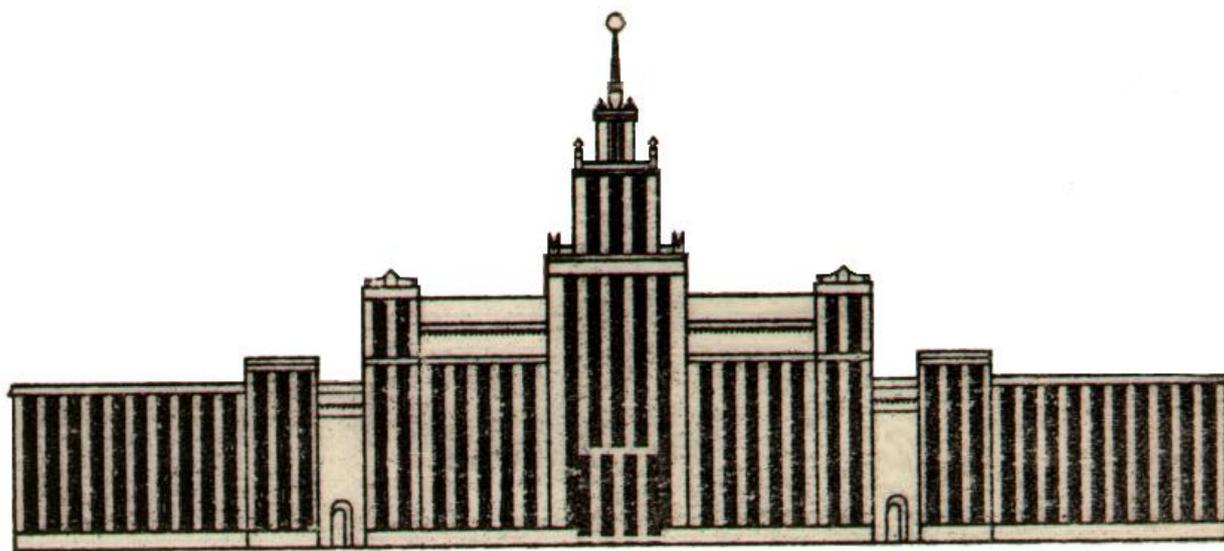


---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

---



---

---

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

---

608(07)  
Л655

В.В. Лихолетов, Б.В. Шмаков

## **ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

Учебное пособие

---

Челябинск  
2009

---

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Южно-Уральский государственный университет  
Кафедра «Экономика и управление на транспорте»

608(07)  
Л655

В.В. Лихолетов, Б.В. Шмаков

## **ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

Учебное пособие

Челябинск  
Издательский центр ЮУрГУ  
2009

УДК 608(075.8)  
ББК Ю945.я7

*Одобрено  
учебно-методической комиссией  
факультета «Экономика и предпринимательство»*

*Рецензенты:  
Т.Ю. Савченко, В.А. Шереметьев*

**Лихолетов, В.В.**

Ю945.я7 Теория решения изобретательских задач: учебное пособие / В.В. Лихолетов, Б.В. Шмаков Б.В. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 174 с.

В пособии освещены основные идеи курса и сделан акцент на сложности его изучения. Изложены основные проблемы творчества при реализации инновационной деятельности, а также пути их решения.

В нем излагается классический вариант теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), а также использованы результаты наработок, которые появились в период с конца 80-х годов ушедшего века и в наступившем XXI веке. В пособии также приведены оригинальные авторские разработки, касающиеся реализации системного и задачного подходов.

Учебное пособие ориентировано на студентов, магистрантов и аспирантов экономико-управленческих специальностей всех форм обучения, а также слушателей факультетов повышения квалификации и переподготовки преподавателей вузов. Оно может быть полезно специалистам любых специальностей, занятым в инновационной сфере.

УДК 608(075.8)

© Лихолетов В.В., Шмаков Б.В., 2009  
© Издательский центр ЮУрГУ, 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Как сердцу высказать себя?  
Другому, как понять тебя?  
Поймет ли он, чем ты живешь?  
Мысль изреченная – есть ложь.  
Ф.И. Тютчев

Рыночные отношения требуют от людей нешаблонного и нетрадиционного мышления, ведь это обеспечивает положительный результат в острой конкурентной борьбе. Эти качества социально-приобретаемые, они могут быть развиты в процессе специального обучения.

В настоящее время разработано немало творческих методов и технологий, в том числе компьютерных, которые помогают не только повысить потребительские свойства товаров и услуг, снизить их себестоимость, улучшить постановку самой творческой деятельности, спрогнозировать её дальнейшее развитие.

Наиболее эффективным подходом в обучении творчеству является отечественная разработка 50–80 гг. ушедшего столетия – теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

ТРИЗ – это системный метод создания технических и технологических инноваций, развивавшийся в СССР с начала 50-х годов, получивший в 90-е годы признание во всем мире и активно используемый разработчиками многих мировых корпораций.

Приведем ряд мнений. Так, Д. Кларк (ведущий эксперт по инновациям в компании «Эмерсон Электрик», США) отмечает: «Альтшуллер дал нам этот инструмент – лучший из всего, что я видел. Эта методология позволит вам изобретать, придумывать новые вещи, новые концепции, новые решения для старых проблем. ТРИЗ не устраняет необходимость в хороших средствах маркетинга и конструирования, не уничтожает необходимость в использовании стоимостного анализа, других методов. ТРИЗ позволяет вам не быть более ограниченным в идеях, освободить ваш мозг для еще более важных проблем будущего».

Основная идея ТРИЗ состоит в следующем. Развитие технических систем определяется объективными, познаваемыми закономерностями. Этим законам подчиняется развитие любых технических систем – от кофеварки до космической станции. Законы развития технических систем были выявлены основоположником ТРИЗ Г.С. Альтшуллером и его последователями путем сорокалетнего изучения гигантского массива патентной информации и целенаправленного анализа процессов развития реальных образцов техники.

В этой многолетней работе состоит изначальное отличие ТРИЗ от ряда описанных в литературе «изобретательских» методик. В эти годы были созданы эффективные инструменты анализа, постановки и решения изобретательских (прежде всего, технических) задач. Таким образом, ТРИЗ – системная методика, а не только психологическая; поиск решения по ТРИЗ основан на объективных закономерностях развития техники, а не на изучении психологии изобретателя и

«тайны творчества». Специалисты по ТРИЗ из Латвии и Молдовы – Ю.С. Мурашковский и Р.С. Флореску отмечают: «Она (ТРИЗ) позволяет не просто надежно делать изобретения. ТРИЗ показывает внутренние законы развития технических систем. Это дает возможность отказаться от случайностей, от метода проб и ошибок, от мучительных поисков решения. Эти мучительные поиски превращаются с помощью ТРИЗ в спокойную, планомерную работу по «расчету» будущего изобретения. «Искусство» изобретательства превратилось в «технология» выработки сильных решений».

Приведем слова автора ТРИЗ – Г.С. Альтшуллера: «Почему все познаваемо, а творчество непознаваемо? Что это за процесс, которым в отличие от всех других нельзя управлять?... Многие изобретения опаздывают, это давно известно; изобретатели часто ошибаются, придумывая «ногастые» паровозы и «рукастые» швейные машины, и что же, так должно быть всегда?... Я решил заняться этой проблемой, предполагая, что года за два её удастся решить...».

Процесс мышления не хаотичен, а организован и четко управляем. Эти знания можно воспринимать двояко. Можно просто ознакомиться с ними, не очень вдаваясь в детали. В памяти останется главное: есть новая технология творчества: если когда-нибудь придется решать изобретательскую задачу, начинать надо не со слепого перебора вариантов, а с освоения теории.

Можно подойти иначе – обстоятельно изучить теорию: запомнить основные принципы и правила, решить или, по крайней мере, попытаться решить приведенные задачи и возвращаться назад, если задачи не получаются.

В свете этого отметить важные особенности настоящего пособия.

Во-первых, пособие предназначено студентам гуманитарного профиля. Отсюда в нем – минимум формул и практически полное отсутствие какого-либо математического аппарата.

Во-вторых, это не учебник. Пособие предназначено для другого – не столько для последовательного изложения учебного курса, сколько для пояснения и расширения авторского лекционного курса.

В третьих, пособие реализует авторский подход к изложению курса, основанный на выделении главной концепции и рассмотрении через него остального материала курса.

Принцип, приведенный в эпиграфе, является ведущим при изучении самого курса и материала пособия. Первый урок, который можно извлечь из этого принципа звучит следующим образом: «При обучении главное не сама информация (она конечно важна как факт), а тот метод (способ), которым она добыта и изложена, ибо он (метод) будет применяться и для анализа другой информации».

Этот вывод принят нами в качестве ведущего при изложении дисциплины. Следует учиться больше знать, больше понимать и самостоятельно мыслить.

В связи с этим желаем всякому, приступающему к изучению курса «Теория решения изобретательских задач», настойчивости и успехов.

В добрый путь! Да осилит дорогу идущий...

# 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ) КАК НАУЧНОЙ ТЕОРИИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО<sup>1</sup> БЛОКА ТРИЗ

## 1.1. Небольшое введение в теорию теорий

Пренебрежение к теории является самым верным  
путём к тому, чтобы мыслить неправильно.  
Ф. Энгельс «Диалектика природы»

Вообще слово «теория» происходит от «theorío» – «внимать, созерцать» (thea: зрелище, theoris: зритель, аудитория). В орфическом культе «theoria» обозначала состояние страстного религиозного созерцания, в котором зритель отождествлялся со страдающим богом, умирал его смертью и возрождался с ним.

Позже, когда пифагорейцы преобразили религиозный пыл в пыл интеллектуальный, а экстаз ритуала в экстаз открытия, theoria постепенно приобрела современный смысл. И хотя ритуальные вопли уступили место возгласам «Эврика!» новых теоретиков, они все ещё отдавали себе отчет в том, что их источник один и тот же. Они понимали, что символы мифологии и символы математики это лишь разные аспекты одной и той же неделимой реальности<sup>2</sup>.

В словарях **теория** определяется как: 1) система научных принципов, идей, обобщающих практический опыт и отражающих закономерности природы, общества, мышления; 2) совокупность обобщенных положений, образующих науку или раздел какой-нибудь науки, а также совокупность правил в области какого-нибудь мастерства; 3) сложившееся у кого-нибудь мнение, суждение, взгляд на что-нибудь<sup>3</sup>.

Теории бывают феноменологические<sup>4</sup> и нефеноменологические<sup>5</sup>. Первые часто отождествляют с эмпирическими и описательными теориями, причем для этого есть все основания. Во-первых, они опираются на опыт и наблюдения, а во-вторых, они не вводят ненаблюдаемые объекты и не прибегают к сильным абстракциям и идеализациям и основанным на них теоретическим понятиям.

В отличие от них нефеноменологические теории стремятся объяснить наблюдаемые явления, поэтому их называют объяснительными, а также интерпретатив-

---

<sup>1</sup> Методология (от греч. – учение о методе) – система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности людей; в то же время методология является учением об этой системе.

<sup>2</sup> Орлов, Г. Древо музыки / Г. Орлов. – Вашингтон – Санкт-Петербург: Н.А. Frager&Co, «Советский композитор», 1992. – С. 98.

<sup>3</sup> Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – М.: АЗЪ, 1995. – С. 783.

<sup>4</sup> В переводе с древнегреческого «phainomenon» – это «явление».

<sup>5</sup> Рузавин, Г.И. Методология научного исследования / Г.И. Рузавин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 317 с.

ными, т.к. они истолковывают свои абстрактные понятия и утверждения с помощью наблюдаемых явлений.

Ещё со времён античности философы выделяли умопостигаемые явления, получившие у Платона название **ноуменов**<sup>1</sup>. А обострение критики соответствия восприятия явлений окружающего мира их действительной сущности привело в эпоху классической философии (на рубеже XVIII–XIX вв.) к развитию идеалистического мировоззрения (основоположник – немецкий философ И. Кант). Термин ноумен, как «вещь в себе» был введён им в одной из своих ключевых работ – «Критике чистого разума». И. Кант считал, что вещь в себе не доступна познанию через опыт, а является чистой умопостигаемой категорией.

Если в классической философии феномен принципиально противопоставлен ноумену, как явление сущности, принципиально непознаваемой, то научным творчеством феномен редуцируется к объяснению реальности, которое и есть продукт его описания феноменологической теорией. Здесь он естественным образом дополняется ноуменом, т.е. конструктом (моделью) предметов реальности.

Если в классической философии феномен – продукт выписывания элементов чувственного опыта (в естествознании ему соответствует совокупность параметров, например: температуры, давления, объема и т.п.), а ноумен – продукт интеллектуального созерцания, конструируемый за пределами опыта, то в естествознании феномен и ноумен получают возможность поменяться местами.

**Феномен** – явление в сознании человека (например, физической системы) – описывается математической, т.е. по определению, идеальной системой уравнений движения (состояния) исследуемой системы. И та сущность, что скрыта, за массой, перемещением, скоростью и ускорением, например, колеблющегося тела, естествоиспытателя-феноменолога не интересует.

Дополнительность (комплементарность) подходов в постижении окружающего человека мира особенно отчетливо видна при взгляде на такие сферы человеческой жизни как наука и искусство. Ю.М. Лотману принадлежит очень точное определение, что новое в любой теории, науке является ожидаемым, тогда как новое в искусстве – это всегда неожиданное<sup>2</sup>.

В большинстве теорий, в том числе в ТРИЗ (ТРИЗ-ОТСМ<sup>3</sup>), можно выделить: 1) эмпирический<sup>4</sup> базис теории; 2) исходный теоретический базис; 3) логико-эвристический<sup>5</sup> аппарат; 4) методологические аппараты вывода следствий.

---

<sup>1</sup> (греч. – «ум, разум») – философский термин, обозначающий явления и объекты умопостигаемые, в отличие от чувственно постигаемых (данных нам в объективной реальности) феноменов; вещь как таковая («сама по себе»), вне зависимости от нашего восприятия.

<sup>2</sup> Лотман, Ю.М. Культура и взрыв / Ю.М. Лотман. – М.: Гнозис, 1992. – 272 с.

<sup>3</sup> Термин ТРИЗ-ОТСМ (общая теория сильного мышления) был введен самим создателем ТРИЗ Г.С. Альтшуллером в 1986 году в интервью редакции журнала «Книга и искусство в СССР», предназначенного зарубежным издателям и читателям.

<sup>4</sup> Эмпирия (от греч. *empeiria*) – опыт, человеческий опыт вообще (в противоположность научно поставленному опыту, эксперименту); эмпирический – основанный на опыте.

<sup>5</sup> Эвристика (с древнегреческого – «отыскиваю», «открываю») – наука, изучающая творческую деятельность, методы, используемые при открытии новых концептов, идей и взаимосвязей ме-

## Вопросы для самопроверки

1. Что означает термин теория?
2. Какие бывают теории?
3. Что такое феномен и ноумен?
4. Назовите компоненты ТРИЗ как теории.
5. Что скрывается за словом эвристика?

### 1.2. Эмпирический базис ТРИЗ

Первоначально (с середины ушедшего века) формирование ТРИЗ шло в лоне инженерного дела. Ведь XX век стал подлинным веком машин и инженерных конструкций, поэтому не случайно А. Эйнштейн отметил, что «гений XX века состоял в инженерии». Впоследствии наработки по инженерной ТРИЗ стали называть «железной» ТРИЗ. Исходным эмпирическим базисом, на котором «выросла» эта «железная» ТРИЗ стали **патентные документы** на изобретения достаточно высокого уровня (это около 40 тысяч отечественных и зарубежных патентов (!), отобранных специальным образом). При выполнении этой гигантской работы перед Г.С. Альтшуллером встала задача сортировки изобретений. В результате обоснования им критериев уровней изобретений, «родилась» пятиуровневая классификация изобретений (о ней речь пойдет позже).

При создании ТРИЗ Г.С. Альтшуллером в известной мере был использован кибернетический подход к изучению мышления (мыследеятельности) как сверхсложной (диффузной, в терминах В.В. Налимова) системы. Другими словами, анализу было подвергнуто не само мышление, а его продукты – изобретения, «вышедшие» из «черного ящика» («серого ящика») мышления<sup>1</sup>.

Таким образом, акцент в познании мышления был перенесен им во внешний план – на продукты мышления (технические решения машин и технологий), которые не могут не «схватывать» объективные законы организации и развития систем любой природы (в т.ч. и непознанные!), ведь иначе они просто не будут работать.<sup>2</sup> А выборка **описаний патентов** (как документов строго логически выдержанных, выверенных и прошедших экспертизу по критериям новизны, существенности (изобретательского уровня), промышленной применимости, полезности и работоспособности) скопилась к середине ушедшего века весьма представительная – около 25 миллионов.<sup>3</sup>

---

жду объектами и совокупностями объектов, а также методики процесса обучения. Эвристические методы (другое название эвристики) позволяют ускорить процесс решения задачи.

<sup>1</sup> В кибернетике под «черным» ящиком понимается система с неизвестной структурой (соответственно, под «серым» и «светлым» ящиками – с частично ясной или ясной структурами).

<sup>2</sup> Французскому философу и писателю Мишелю Монтеню принадлежит изречение: «Мы создаем вещи, против которых природа не возражает».

<sup>3</sup> На сегодняшний день в мировом патентном фонде их более 50 млн. единиц.

Современная ТРИЗ – широкая сфера человеческого знания. В неё принято относить разработки по теории развития творческой личности (ТРТЛ) и результаты исследований по теории «конструирования» научно-фантастических произведений, сосредоточенных в регистре научно-фантастических идей и гипотез (РНФИ).

Эмпирическим базисом ТРТЛ (её своеобразным – социальным «патентным фондом») стали более 1 тысячи биографий (фактов биографий) творческих личностей самых разных времен и народов.

Регистр научно-фантастических идей и гипотез (РНФИ) был создан Г. Альтовым, П. Амнуэлем, В. Журавлевой и др. разработчиками на базе анализа нескольких тысяч научно-фантастических произведений (Г.С. Альтшуллер (Г. Альтов) начал формировать его с середины 60-х гг.).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что стало эмпирическим базисом ТРИЗ?
2. Какой подход использовал Г.С. Альтшуллер при изучении мыслительности человека как сверхсложной системы?
3. Чем хороши патентные описания изобретений и почему они так важны для развития человечества?
4. Что стало эмпирическим базисом ТРТЛ?
5. Кем и когда создан Регистр научно-фантастических идей и гипотез (РНФИ)?

### **1.3. Исходный теоретический базис ТРИЗ**

Сложность реальных систем заставляют ученых упрощать и схематизировать исследуемые явления. Вместо конкретных объектов действительности приходится вводить идеализированные, абстрактные объекты. Свойства таких абстрактных объектов выражают с помощью исходных понятий теории, а логические отношения между ними – либо посредством аксиом (в математике) или основных законов теории (в конкретных науках).

Любые теории начинаются с введения эмпирических и теоретических понятий. Первые связываются с наблюдаемыми объектами, а вторые – с ненаблюдаемыми. Абсолютной границы между ними нет. Эмпирические понятия представляют первый шаг в ходе сложного и противоречивого процесса познания действительности. На эмпирической фазе познания в науке вводятся понятия с более точно определенным смыслом, нежели термины обыденного языка, но они по-прежнему обозначают наблюдаемые объекты, свойства и отношения.

Переход от эмпирических понятий к абстрактным, теоретическим – это диалектический скачок от чувственно-эмпирической стадии исследования к рационально-теоретической. Здесь становится возможным отобразить чувственно невоспринимаемые свойства и отношения объектов и процессов реального мира.

Современная ТРИЗ в широком смысле (включая «социальную» часть – ТРТЛ, закономерности развития коллективов и проч.) имеет весьма развитый понятийно-терминологический аппарат, иначе говоря, развитый тезаурус<sup>1</sup>.

В нем можно выделить блоки базисных понятий, таких как: проблемная (производственная) и изобретательская ситуации; изобретательская задача; мини- и макси-задача; конфликт (или нежелательный эффект); икс-элемент; противоречие (административное, техническое, физическое); идеальность (а именно: идеальный конечный результат (ИКР), идеальная машина (ИМ), идеальная система); вещественно-полевые ресурсы (ВПР); способы и приемы разрешения противоречий (технических, физических); стандарты на решение изобретательских задач; эффекты (физические, химические, геометрические, биологические, социальные, психологические, технические (техноэффекты), математические и др.); законы организации и развития технических систем; творческая личность (ТЛ) и её базовые качества; достойная цель (ДЦ) ТЛ; жизненная стратегия творческой личности (ЖСТЛ); идеальная жизненная стратегия ТЛ и др.

На сегодня, к сожалению, нет полноценных словарей по ТРИЗ. К их прототипам можно отнести словари Ю.И. Шеломка (г. Горький, ныне – г. Н. Новгород), справочник терминов, регулярно расширяемый и пересматриваемый В.А. Королевым (г. Белая Церковь, Украина) в рамках создания «Энциклопедии ТРИЗ», учебные пособия В.В. Лихолетова (г. Челябинск) и др.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каков исходный теоретический базис любых теоретических построений?
2. Что включает исходный теоретический базис ТРИЗ?
3. Назовите важнейшие понятия ТРИЗ.
4. Каково состояние терминологических словарей по ТРИЗ?

### **1.4. Логико-эвристический аппарат теории**

Научное мышление возникает на основе предположений здравого смысла, которые в последующем подвергаются уточнению. По мнению британского философа К. Поппера, «наука, философия, рациональное мышление – все начинают со здравого смысла»<sup>2</sup>. При этом научное исследование выступает в виде развитой формы рациональной деятельности, которая не может осуществляться по каким-либо фиксированным правилам. Поиск предполагает творчество, связанное с абстрагированием и идеализацией, опирающееся на воображение и интуицию.

---

<sup>1</sup> (от греч. – сокровище) в современной лингвистике – особая разновидность словарей общей или специальной лексики, где даны семантические отношения (синонимы, антонимы, паронимы, гипонимы, гиперонимы и т.п.) между лексическими единицами.

<sup>2</sup> Popper, K. Objective Knowledge. An Evolutionary Approach / K. Popper. – Oxford: Univ. press, 1975. – P. 33.

К общелогическим формам мышления относят понятия, категории, суждения, умозаключения, тогда как к локально-логическим – гипотезу, теоретическую идею, закон, теорию<sup>1</sup>.

Спор о том, что первично в системе логических форм (понятие или суждение) продолжается до сих пор. Так, Г. Гегель считал первичным понятие, а И. Кант – суждение. Сегодня большинство логиков считают «понятие» исходной и конечной логической формой. С понятия начинается логическая операция, оно развивается на основе развития суждения, умозаключения, гипотезы, закона, теории.

Понятия, в отличие от представлений, – не чувственные образы вещей, а логические (умственные образы). Правильное мышление – учит логика – должно оперировать посредством понятий, а не представлений.

В ходе мышления происходит абстрагирование, отбрасывается случайное, несущественное, мышление берет только главное, наиболее типичное. Идет двуединый процесс различения и обобщения, иначе говоря, анализа и синтеза.

Предельно обобщенные понятия – это **категории логики**. Категории (от греч. – высказывание, признак) – фундаментальные понятия, отражающие наиболее существенные, закономерные связи и отношения в природе, обществе, мышлении.

Аристотель выделял десять категорий (первослов): сущность; количество и качество; отношение; место и время; положение; состояние; действие; страдание.

Позже развитие науки привело к вычленению многих категорий философских, общетеоретических и конкретных наук. Особую важность для нас сегодня имеют **философские категории**: противоречие, сущность и явление; содержание и форма; всеобщее (общее), особенное и единичное; причина и следствие; возможность и действительность; случайное и необходимое; индивидуальное и массовое; историческое и логическое; абстрактное и конкретное. Из числа **общенаучных категорий** нам очень важны категории: информация, моделирование, анализ, синтез, индукция, дедукция, **традукция**<sup>2</sup>.

Такие логические формы, как индукция<sup>3</sup>, аналогия, статистические и другие способы рассуждений, заключения которых имеют лишь правдоподобный характер, используются в качестве эвристических средств открытия новых истин.

Важное место в познании принадлежит **гипотезе**. В логике гипотеза – любое высказывание, истинное значение которого оценивается любой степенью вероятности, заключенной между достоверностью (истиной) и невозможностью (ложью). Гипотезы должны быть: 1) релевантными<sup>4</sup>; 2) проверяемыми; 3) совмести-

---

<sup>1</sup> Бор, М.З. Основы экономических исследований. Логика, методология, организация, методика. – М.: Изд-во «ДИС», 1998. – С. 21.

<sup>2</sup> Традукция (от лат. *traductio* – перемещение) – вид опосредованного умозаключения, в котором посылки и вывод являются суждениями одинаковой степени общности. Традуктивным умозаключением является аналогия.

<sup>3</sup> Индукция (от лат. *iductio* – наведение) – метод мышления, при котором из частных суждений выводится общее.

<sup>4</sup> Релевантный (от англ. *relevant*) – уместный, относящийся к делу.

мыми с существующим научным знанием; 4) простыми<sup>1</sup>; 5) обладать объяснительной и предсказательной силой.

Гипотеза лежит в основе индуктивного метода, применяемого в двух формах: 1) эnumerативной (посредством перечисления); 2) элиминативной (посредством исключения). Перечисляя факты, подтверждающие (**верифицирующие**<sup>2</sup>) гипотезу, исследователь идет по первой индукции, аккумулируя эмпирическую информацию. Однако гипотеза бывает правдоподобной до тех пор, пока не наткнется на противоречащие факты. Тогда обращаются ко второй (исключающей) индукции.

Способ исключения ряда гипотез на основании сопоставления с эмпирическими данными часто называют «отрицательным подходом к истине». Такой же характер имеет **критерий фальсификации** К. Поппера. Эвристические принципы отбора гипотез позволяют исключить из рассмотрения явно несостоятельные и неправдоподобные гипотезы. Для этих целей используют как **индукцию**, так и **дедукцию**<sup>3</sup>, ведь в процессе научного исследования они дополняют друг друга.

Другими широко известными эвристическими средствами в науке являются мысленный эксперимент и построение различных моделей.

В ходе верификации, а также фальсификации выдвигаемых гипотез происходит приращение научного знания. Формируются ключевые взгляды, **концепции**<sup>4</sup>. Связь, «сцепление» форм знания устремляет исследователя в некотором направлении. В этом случае принято говорить о наличии каких-либо **тенденций**<sup>5</sup>.

Устойчивые отношения или тенденции продвигают нас к постижению важнейших знаний – знаний **закономерностей**<sup>6</sup>. В сфере упорядочения знаний часто используется понятие таксономии или **классификации**<sup>7</sup>. Не случайно Анри Пуанкаре принадлежат точные слова: «Наука – это прежде всего классификация».

---

<sup>1</sup> Есть четыре значения термина простоты гипотезы: 1) минимум исходных посылок; 2) общность; 3) системность; 4) противоречивость (принятие формы противоречия).

<sup>2</sup> Верификация (от лат. *verus* – истинный, *facere* – делать) – проверка, способ обоснования (подтверждения) каких-либо теоретических положений путем их сопоставления с опытными (эмпирическими) данными.

<sup>3</sup> Дедукция (от лат. *deductio* – выведение) – умозаключение, в котором вывод про отдельный предметный класс делается на основе (абстрактного) класса в целом, то есть от общего к частному.

<sup>4</sup> Концепция (от лат. *conceptio* – понимание, система) – определённый способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет и др., руководящая идея для их систематического освещения. Термин употребляется также для обозначения ведущего замысла, конструктивного принципа в любых видах деятельности.

<sup>5</sup> Тенденция (от лат. *tendentia* – направленность) – выявленные в ходе анализа устойчивые соотношения, свойства, признаки, присущие какой-либо системе. На основе тенденций можно делать выводы о ходе процессов в будущем, прогнозировать их показатели.

<sup>6</sup> Закономерность – необходимая, существенная, постоянно повторяющаяся взаимосвязь явлений реального мира, определяющая этапы и формы процесса становления, развития явлений природы, общества и духовной культуры.

<sup>7</sup> – процесс группировки объектов исследования в соответствии с их общими признаками. В результате разработанной классификации создаётся классифицированная система (часто называемая так же, как и процесс – классификацией). Таксономия (от греч. *táxis* –

В современной ТРИЗ наработан большой ряд **моделей**<sup>1</sup>. Он включает, прежде всего, модельные представления изобретательских задач: модель задачи (модель конфликта элементов), вепольные модели структур (вещественно-полевых структур); модель творческой личности (её качеств), модель ДЦ ТЛ (её критериев) и др.

### Вопросы для самопроверки

1. Что относят к общелогическим формам мышления?
2. Что такое категория?
3. Какие философские и общенаучные категории значимы в ТРИЗ?
4. Что такое гипотеза и в чем смысл её верификации?
5. Зачем нужен критерий фальсификации?
6. Что такое индукция, дедукция и традукция?
7. Почему нам так важно знание закономерностей?
8. Назовите, какие модели используются в ТРИЗ?

### 1.5. Методологические аппараты вывода следствий

Огромную роль в теоретическом познании имеют логические аппараты вывода следствий. В ТРИЗ они включают ряд аналитико-синтетических **аппаратов**:

- а) анализа (распознавания-моделирования) производственных проблем;
- б) анализа и постановки изобретательских задач;
- в) решения изобретательских задач (последний включает: способы (приемы) разрешения технических (физических) противоречий; вепольный анализ-синтез систем; «стандарты» на решение изобретательских (нестандартных) задач); аппарат выбора наилучших решений задач и развития решения;

К методологическим аппаратам огромной важности можно также отнести **системы выявленных** (и обобщенных в ТРИЗ на базе множества источников):

- а) **тенденций и закономерностей**: разрешения противоречий в технических, социальных и других системах;
- б) **концепций** развития коллективов, воспитательных моментов («встреча с чудом» и т.п. Сюда же можно отнести **классификации** (как специфические (статические) формы отражения выявленных отношений (связей): изобретательских задач (5 уровней); типов конфликтов (нежелательных эффектов); видов психологической инерции решателя задач (иначе ЛППР – лица, принимающего решение);

---

расположение, строй, порядок и νόμος – закон) – теория классификации и систематизации сложноорганизованных областей действительности, имеющих обычно иерархическое строение.

<sup>1</sup> Модель (от лат. modulus – мера, образец) – некоторый материальный или мысленно представляемый объект (явление), замещающий оригинальный объект (явление), сохраняя только некоторые важные его свойства, например, в процессе познания (созерцания, анализа и синтеза) или конструирования.

в) **информационных фондов** (их можно рассматривать как подсистему теоретического блока, они содержат уникальный пласт **систематизированной и особым образом организованной информации об эффектах** (физических, химических, геометрических, биологических и технических), а также **банки** психо- и социо-эффектов (последний, например, содержит описания сильных жизненных «ходов» выдающихся творческих людей мира, выявленных путем анализа более 1000 биографий).

г) **законов организации (построения) и развития (функционирования) систем** (справедливо претендующих на статус общих (а не только технических систем), что подтверждается массой убедительных доказательств применения ТРИЗ в различных сферах человеческой деятельности);

д) потенциально допустимых (по Г.И. Рузавину) **следствий и утверждений теории** (здесь системы: базовых качеств творческой личности (ТЛ), а также её целеполагания, где сформулированы критерии Достойной Цели (ДЦ) ТЛ).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Зачем нужны логические аппараты вывода следствий?
2. Назовите основные аналитико-синтетические аппараты ТРИЗ.

## **3. ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ КАК МОЩНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА**

### **2.1. Небольшое введение в теорию методик и технологий**

Слово «технология» происходит от греч. *techne* – искусство, мастерство, умение; *logos* – слово, понятие, учение<sup>1</sup>. Буквальное значение технологии как «учения о мастерстве» не противоречит задачам образования, с именно: описанию, объяснению, прогнозированию, конструированию и проектированию педагогических процессов. Главная цель технологизации любых процессов (в т.ч. решения задач или обучения их решению) – повышение эффективности за счет лучшего управления процессами. Ведь технология – это процессная система, обеспечивающая достижение гарантированного (заранее заданного) результата.

Ниже в таблице 1 нами дано сравнение методик и технологий обучения<sup>2</sup>.

Сегодня часто используется термин «**высокие технологии**»<sup>3</sup>. Они рассматриваются как важнейшие современные технологии, содержащиеся в научных разра-

---

<sup>1</sup> Большой российский энциклопедический словарь. – М.: Большая Рос. энциклопедия, 2003. – С. 1567.

<sup>2</sup> Андреев, В.И. Педагогика: Учебный курс для творческого саморазвития / В.И. Андреев. – Казань: Центр иннов. технологий, 2000. – С. 250–251.

<sup>3</sup> (англ. *high technology, high tech, hi-tech*) – наиболее новые и прогрессивные технологии современности. Переход к использованию высоких технологий и соответ-

ботках и в уникальных технологических процессах, оборудовании, приборах и материалах, обладающие высокой степенью наукоемкости (более 8% по стандартам стран ОЭСР).

Таблица 1

Сравнительный анализ методик и технологий обучения

Критерии	Характеристики:	
	методики	технологии
1. Гарантия результата	Невысокая	Устойчиво высокая
2. Новизна	Невысокая (не всегда опирается на новейшие достижения)	Высокая (опора на новейшие технические средства)
3. Целенаправленность	Цели часто размыты и недостаточно определены	Четкость формулировки целей, их диагностичность
4. Системность	Невысокая (системность не всегда достаточно высокая)	Высокая (высокий уровень системного проектирования и применения целей, содержания, методов, средств обучения)
5. Концептуальность	Теория часто бывает не до конца глубоко разработана	Опора на глубоко разработанную теорию
6. Диагностичность	Средняя (чаще всего низкая)	Высокая

Высокие технологии опираются на мировой уровень фундаментальных и прикладных исследований и позволяют изготавливать конкурентоспособную продукцию, которая обеспечивает сохранение, использование и наращивание накопленного научно-технического и интеллектуального потенциала на приоритетных направлениях социально-экономического развития страны, а также укрепление ее обороноспособности<sup>1</sup>.

К высоким технологиям обычно относят самые наукоемкие отрасли промышленности, например:

1) полупроводниковые технологии (микро- и наноэлектроника, квантовая и оптическая электроника, радиоэлектроника);

2) информационные технологии и телекоммуникации (вычислительная техника, системы хранения данных, программирование, искусственный интеллект, интернет-технологии, беспроводные технологии);

3) робототехника и электромеханика (микро- и нано-электромеханические системы (MEMS/NEMs));

4) нанотехнологии и новые материалы (технологии нанобъектов, технологии наноструктур, технологии неразмерных нанопараметров);

вующей им техники является важнейшим звеном научно-технической революции (НТР) на современном этапе.

<sup>1</sup> Мартыненко, А.В. Высокие технологии и высшее образование / А.В. Мартыненко // Знание. Понимание. Умение. – 2006. – № 1. – С. 64–67.

5) «чистые» технологии (cleantech) и альтернативная энергетика (рецик-линг, атомная энергетика, солнечная энергетика, водородная энергетика, технологии энергосбережения);

б) системы безопасности, контроля и автоматизации (биометрика, системы контроля и управления доступом, датчики и аналитическое оборудование, навигационные технологии, технологии разведки (жучки));

7) оборонные технологии и технологии двойного назначения (самолётостроение, ракетостроение, космическая техника);

8) живые системы и биотехнологии (генная инженерия и генотерапия, биохимия и биофизика, микробиологическая промышленность).

Современная **ТРИЗ** справедливо рассматривается не просто как высокая технология (**high tech**), а высокая гуманитарная технология (**high hume**), ведь объектом её внимания являются изобретательские (нестандартные) задачи, которых по мере развития цивилизации становится все больше и больше. Разработки по ТРИЗ уже давно стали объектами пристального внимания специалистов в области интеллектуальных систем и искусственного интеллекта.

Известно, что каркас любого научного познания составляет следующая цепь:

**1) проблемная ситуация – 2) противоречия – 3) гипотезы – 4) задачи – 5) поиск путей решения – 6) оценка ресурсной обеспеченности этих путей.**

Любой учебный предмет должен адекватно отражать живую науку. Ведь ещё Ф. Бэкон писал: «Где только возможно, знание должно быть внедрено в ум другого тем же самым путем, каким оно впервые открыто». А знаменитый Н.И. Пирогов шутил по этому поводу: «Отделить учебное от научного нельзя. Но научное без учебного все-таки светит и греет, а учебное без научного – только блестит».

В свете этого нам представляется, что универсальная (инвариантная) компонента научного изложения любой дисциплины, в том числе ТРИЗ, должна включать четыре следующих блока знаний<sup>1</sup>:

1) о **противоречиях** как источниках (причинах) становления и развития систем любой природы;

2) об **идеальности** как направленности развития любых систем в виде соотношения функций систем и затрат на их реализацию;

3) **типологии и видов ресурсов** (вещественных, энергетических, информационных) как средствах развития любых систем;

4) **законах (закономерностях)** развития систем как способов задействования средств их развития (ресурсов).

Материалы настоящего пособия ориентированы не только на формирование у обучающихся знаний-знакомств и знаний-копий, общей структуры ТРИЗ, но также на формирование исходных навыков сознательного обращения к ряду её технологических инструментов. В связи с этим логика изложения материалов выстроена нами в соответствии с логикой «встречи» любого решателя с проблемой.

---

<sup>1</sup> Лихолетов, В.В. Технологии творчества: теоретические основы, моделирование, практика реализации в профессиональном образовании: монография / В.В. Лихолетов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 288 с.

## Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под технологией?
2. Раскройте термин «высокие технологии»?
3. В чем отличие технологий от методик?
4. Почему ТРИЗ рассматривается как высокая гуманитарная технология?
5. Какие ключевые блоки знаний можно выделить в ТРИЗ?

### 2.2. Понятие проблемы (проблемной ситуации), изобретательской ситуации и изобретательской задачи

Проблема (от древнегреч.) – это положение, условие или вопрос, который неразрешён или нежелателен. Обычно природа проблемы такова, что требуется ответ или решение проблемы. Научная проблема – это знание о незнании.

Информация об исходной проблемной ситуации (ПС) всегда приходит к любому решателю задач (лицу, принимающему решение – ЛПР) крайне неопределенной и запутанной. В ней сложным образом переплетаются причины (нежелательные эффекты, недостатки, факторы) самой разной природы: технические, социально-психологические, экономико-управленческие. В условиях сложившегося разделения человеческого труда и специализации людей эти проблемные ситуации («путанки») надлежит «распутывать» для того, чтобы выделить из проблемы (как системы задач) наиболее важные задачи для тех или иных лиц или уровней социальной организации в текущих условиях. Важнейшая роль в этом деле принадлежит специалистам, владеющим инструментами ТРИЗ, иначе говоря, специалистам, способным с системных позиций осуществить декомпозицию проблемы.

В ТРИЗ в ходе декомпозиции проблемы осуществляется переход к более определенной формулировке ситуации в информационном отношении ситуации.

#### Понятие изобретательской ситуации.

Изобретательская ситуация (ИС) – это описание состава и принципа действия технической системы (ТС) с указанием нежелательных эффектов (НЭ) и изобретательской цели (ИЦ)<sup>1</sup>.

Дадим пояснения НЭ и ИЦ. Нежелательный эффект (НЭ) – это любая особенность ТС, препятствующая достижению изобретательской цели.

Изобретательская цель (ИЦ) – это цель, при достижении которой проблема считается решенной.

Особенностями ИС является то, что она:

---

<sup>1</sup> Использованы источники: Пиняев, А.М. Функциональный анализ изобретательских ситуаций / А.М. Пиняев // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 1. – С. 30–36; Пиняев, А.М. Анализ изобретательской ситуации / А.М. Пиняев // Раздаточные материалы экспериментального семинара «Подготовка профессиональных консультантов по ТРИЗ-инжинирингу» (г. Петрозаводск, ноябрь 1992 г.). – СПб.: Теоретический отдел ТРИЗ-ФСА НИЛИМ, 1992. – 120 с.

1) принципиально неточна, в ней почти наверняка нет тех сведений, которые необходимы для решения задач (важно добыть эти сведения, используя обрывки информации, содержащиеся в описании ИС);

2) всегда содержит не одну, а несколько изобретательских задач (ИЗ), т.к. в ней: а) множество НЭ; б) каждый НЭ может приводить к нескольким задачам;

3) не может без предварительного анализа использоваться для формулировки технического противоречия.

Именно поэтому при получении информации о проблеме надо стремиться к корректному описанию ИС: 1) состав ТС; 2) принцип действия ТС; 3) нежелательные эффекты; 4) изобретательскую цель.

Примеры некорректно сформулированных изобретательских ситуаций приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2

Примеры некорректно сформулированных ИС

№	Описание ИС	Признаки некорректности
1	Необходимо измерить высоту пещеры. Но пещера настолько высока, что свет фонаря не освещает её потолок. Кроме того, потолок очень неровный, что затрудняет измерения. Существующие высотомеры либо не обеспечивают достаточной точности, либо слишком громоздки. Как быть?	Отсутствует описание состава и принципа действия (ПД) ТС
2	Швартовная лебедка, используемая для хранения, подачи и выбирания троса при швартовке судна, состоит из ходовой части (электродвигатель, редуктор) и рабочего органа – барабана. Барабан, в свою очередь, состоит из склада, на котором хранится основная часть троса, и тянущей секции. Во время хранения барабан фиксируется стопорным устройством. В момент подачи он свободно вращается на валу двигателя, а во время выбирания троса вращается в направлении, противоположном направлению подачи, под действием двигателя (обычно прилагаются подробные чертежи устройства, технические характеристики и т.п.). Необходимо снизить стоимость и габариты устройства.	Отсутствует описание нежелательных эффектов (НЭ)
3	Технология швартовки (подробно описаны швартовные устройства, процесс швартовки, указано множество недостатков, но цель отсутствует). Характерная фраза: «необходимо усовершенствовать процесс (устройство)»	Отсутствует изобретательская цель (ИЦ)

После корректной формулировки изобретательских ситуаций переходят к определению изобретательских задач.

**Изобретательская задача (ИЗ)** – это упрощенная модель ТС, изменение которой позволяет достичь изобретательской цели. Описание ИЗ обычно включает изделие (одно или два), инструмент и взаимодействие между ними.

Особенности изобретательской задачи (ИЗ):

1) она всегда связана с конкретным НЭ;

2) сам по себе НЭ – еще не задача, а отправная точка для её построения, поэтому построение задачи требует анализа НЭ;

3) имея формулировку задачи, можно легко сформулировать техническое противоречие.

Одним из эффективных инструментов, позволяющих провести работу по декомпозиции (переводу) проблемной ситуации (ПС) в изобретательскую ситуацию (ИС), а затем – в изобретательскую задачу (ИЗ) является построение и анализ причинно-следственных сетей (ПСС) из нежелательных эффектов (НЭ).

Алгоритм этой работы предусматривает реализацию следующих шагов:

1. Составляется исходный список нежелательных эффектов по проблеме. Часто это не удается сделать за один присест<sup>1</sup>, поэтому, формируя не просто список, а лучше – табличную форму (табл. 3), можно вести эту работу в течение некоторого времени, пока не будет достигнуто известного насыщения. Последнее проявляется исчерпанием (отсутствием появления) новых нежелательных эффектов;

Таблица 3

Пример построения причинно-следственной сети из НЭ

НЭ прич.	№	Описание нежелательных эффектов (НЭ)	НЭ след.
1	2	3	4
<b>Исходный список НЭ</b>			
КНЭ	1	Нет систематических исследований рынка труда	18
11	2	Ориентация образования на общетеоретическую подготовку	4,6
КНЭ	3	Слабый уровень интеграции отечественного образования в мировое образовательное пространство	14,18
2,9,10,11	4	Слабые практические навыки и умения выпускников вузов	7
4,8,16	5	Недостаточный уровень квалификации профессорско-преподавательского состава (ПСС) вузов	6
2,5,7,8,13	6	Невысокое качество образовательных услуг	4
4	7	Слабая востребованность выпускников на рынке труда	6,9
12,13,19	8	Низкая оплата труда ППС вузов	5
3,7,10,12,19	9	Невысокая мотивация студентов к обучению	4
17	10	Необоснованно завышенная самооценка у студентов	4,9
3,12,18	11	Плохое соответствие ГОС, учебных планов уровню экономики, социокультурному, технологическому развитию страны	2,4
18	12	Недостаточная поддержка образования государством	8,9,19
12,19	13	Неравномерное, слабое финансирование, изношенность материально-технической базы вузов	8,9,17
3,12,18	14	Проблемы перехода на двухуровневую модель (бакалавриат (4 года) + магистратура (2 года, 25 % от выпуска бакалавров)	11
16	15	Общее снижение уровня культуры населения страны, в т.ч. абитуриентов	16,17
7,12,15	16	Деградационные процессы в российском обществе в 90-е гг., в т.ч. демографические	12,15,17–19
13,16	17	Пониженный уровень требований вузов к знаниям абитуриентов при приеме на контрактной основе	10

<sup>1</sup> Наше мышление, как любая система, функционирует и развивается неравномерно по своим частям, поэтому приходится к решению задач подходить итеративно, возвращаясь, пересматривая и уточняя назавтра то, что было сделано вчера.

1	2	3	4
1,16	18	Отсутствие видения картины рынка труда в перспективе	11,12,14
12	19	Слабое участие бизнеса в финансировании профобразования	8,9
<b>Достойка списка НЭ</b>			
	20	.....	
	21	.....	
Примечание: НЭ прич. и НЭ след. – соответственно причинные и следственные НЭ, КНЭ – ключевой нежелательный эффект			

2. Идет постройка исходной ПСС из имеющихся НЭ в табличном или графическом виде (рис. 1)<sup>1</sup>. Для этих целей просматривают попарно все НЭ, выявляя, какой из них причинный, а какой – следственный. Один из двух НЭ – причина, если при его устранении вторым НЭ можно пренебречь. Второй НЭ при этом будет следствием.

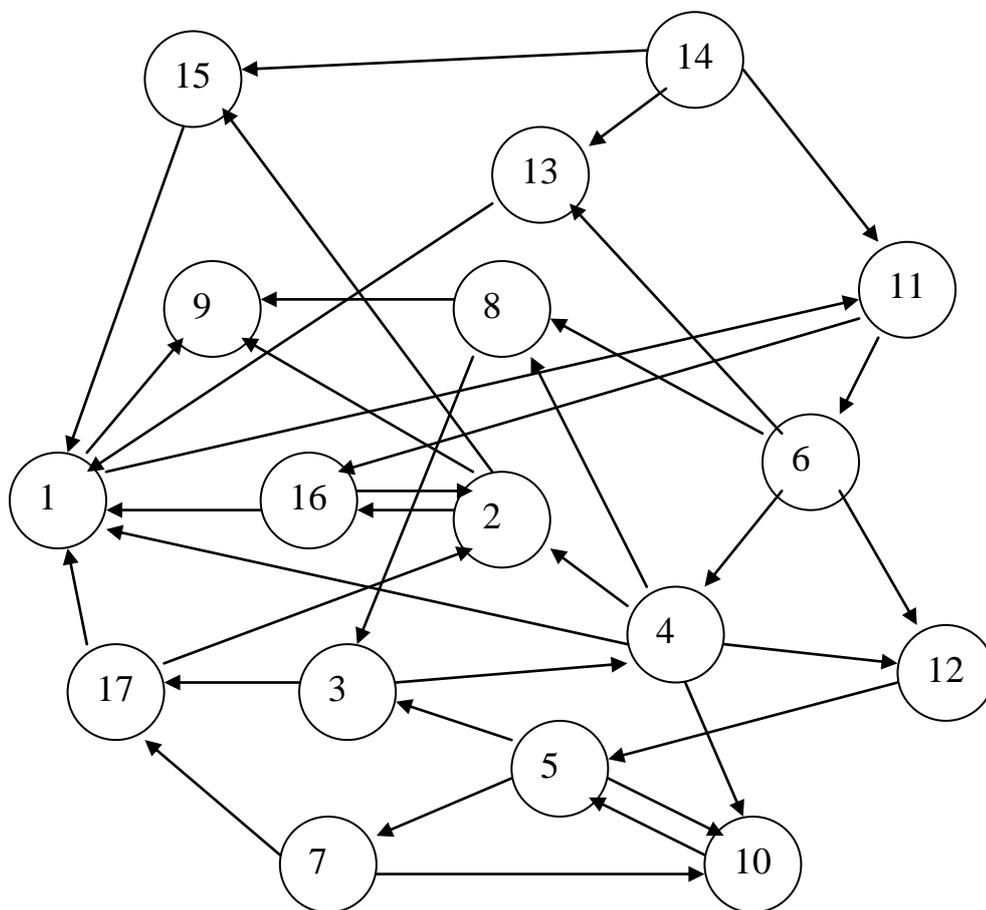


Рис. 1. Пример ПСС из НЭ, построенной из недостатков системы профессионального образования

<sup>1</sup> Постройка ПСС может осуществляться в виде ориентированного (причинно-следственного) графа (орграфа) – топологической фигуры, состоящей из вершин (узлов), соединенных между собой ориентированными ребрами (дугами).

Если это условие не выполняется для обоих НЭ, то они независимы<sup>1</sup>.

Если устранение НЭ-причины позволяет частично, а не полностью устранить НЭ-следствие, то необходимо примерно оценить степень этого влияния.

При построении ПСС может наблюдаться так называемая «круговая причинность», т.е. когда имеет место цепочка НЭ1–НЭ2–НЭ1–НЭ2...и т.д. Круговая причинность видна на рис. 1: НЭ2–НЭ16–НЭ2–НЭ16...; НЭ5–НЭ10–НЭ5–НЭ10...

3. Затем идет достройка ПСС, используя вопросы: «почему возникает этот НЭ?» или «что нужно улучшить, чтобы устранить этот НЭ?» – для «причинных» окончаний ПСС; «почему опасен (нежелателен) этот НЭ?» – для «следственных» окончаний ПСС. При достройке ПСС в табличной форме (см. табл. 3) это находит отражение в увеличении числа НЭ (№№ 20, 21 и т.д.) в центральном столбце.

4. В ходе анализа сети выявляют ключевые НЭ (обозначение – КНЭ), у которых нет причинных НЭ из списка анализируемых НЭ. Установление КНЭ – это первый шаг к более глубокому анализу сети и переход к процессам принятия решений. Эта работа невозможна без наложения ограничений на имеющиеся ресурсы в рассматриваемой ТС.

5. Далее определяются элементы ТС (или операции технологического процесса), отвечающие за выбранный для дальнейшего анализа НЭ. Этот НЭ становится текущим ключевым НЭ, подлежащим ликвидации. Этот конкретный НЭ и есть «сердцевина» – важнейший компонент ИЗ (см. выше признаки ИЗ).

6. Затем определяются функции назначения указанных элементов (операций). Осуществляется ранжирование функций. Ранг функции определяется её смыслом.

В этом отношении ранги функции можно расположить следующим образом (меньший номер соответствует более высокому рангу):

6.1. Ранги объектов: 1 (3) объект главной функции; 2 (2) объекты, предназначенные для изменения объекта главной функции; 3 (1) прочие объекты;

6.2. Ранги действий: 1 (3) изменение свойств объекта функции; 2 (2) изменение параметров объекта функции по отношению к самому себе; 3 (1) изменение параметров объекта функции по отношению к другим объектам.

Здесь в скобках даны номера рангов для элементов, не имеющих функций назначения. Ранг функции определяется произведением ранга объекта и ранга действия.

7. Выбирается для дальнейшего анализа НЭ, за который отвечает элемент, выполняющий функцию назначения наименьшего ранга. Примечание: при наличии нескольких таких элементов следует выбирать тот НЭ, который ближе к «причинному» окончанию ПСС.

Несмотря на хорошее развитие в ТРИЗ решательных инструментов (АРИЗ, стандартов, приемов и др.), речь о которых пойдет позже, вопросы формулирования изобретательских задач, особенно при анализе производственных ситуаций, оказались разработаны слабее.

---

<sup>1</sup> В результате строительства ПСС может получиться не одна, а несколько независимых или слабо связанных между собой сетей.

Пониманием этого пронизаны наработки сибирских методологов ТРИЗ. Первый вариант алгоритма выбора задач из производственной ситуации (АВИЗ(п)-93) авторов Г.И. Иванова, А.А. Быстрицкого, В.Н. Никитина был доложен на семинаре по ТРИЗ в г. Петрозаводске в 1993 г. и был одобрен Г.С. Альтшуллером<sup>1</sup>.

Г.И. Ивановым предложено вести первичную обработку проблемной ситуации по шести уровням, ключевыми вопросами в которых являются вопросы (Кто? Где? Когда? Что? Почему? Как?). Кратко сущность его методики обработки первичной информации по АВИЗ отражена в таблице 4.

Таблица 4

#### Первичная обработка проблемной ситуации

№	Уровень проблемы	Вопрос	Комментарий
1	Социальный	Кто?	Касается «героев», элементов проблемной ситуации
2	Социально-производственный	Где?	Любое производство (действие) осуществляется где-то, т.е. ответ на вопрос дает информацию о месте локализации проблемы
3	Производственно-технологический	Когда?	Технология немыслима вне времени. Ответ на вопрос уточняет временной характер проблемы
4	Конструкторский	Что?	С помощью вопроса уточняет результат, факт, следствие (форма проявления) проблемы, нежелательный эффект
5	Исследовательский	Почему?	При ответе на этот вопрос, вскрывается суть, причина нежелательного эффекта
6	Научный	Как?	Вопрос характеризует способ перехода от причины к следствию

#### Вопросы для самопроверки

1. Что такое проблема и в чем её отличие от задачи?
2. Что понимается под изобретательской ситуацией и в чем состоит корректность её описания?
3. Что понимается под изобретательской задачей?
4. Как строится причинно-следственная сеть (ПСС) из недостатков, иначе – из нежелательных эффектов (НЭ)?
5. Как выглядит ПСС из НЭ в табличном и графическом видах?
6. Расскажите, зачем понадобилось создание алгоритма выбора задач из производственной ситуации (АВИЗ)?
7. Поясните, на каких уровнях идет анализ производственной ситуации в АВИЗ и какие вопросы эксплуатируются в нем?

<sup>1</sup> Более поздний вариант АВИЗ-2000(п) (см. Иванов, Г.И. Формулирование творческих задач / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий. – Челябинск: ИИЦ «ТРИЗ-инфо», 2000. – 60 с.), сохраняя логику предшествующего алгоритма, позволил усилить его инструментальность и практическую значимость.

### 2.3. Функциональный характер недостатков (нежелательных эффектов)

Проблемы в системах возникают тогда, когда система не выдает нужного уровня функциональности или результат её деятельности сопровождается ухудшением каких-либо параметров надсистемы или самой системы. В этот момент говорят, что возникла проблема, которая содержит противоречие. Если дело касается социальной или технико-социальной систем, то говорят о возникновении конфликта (об этом речь пойдет ниже). Ядром любого нежелательного эффекта, безусловно, является противоречие.

**Нежелательным эффектом** будем называть какое-либо отношение двух (или более)<sup>1</sup> систем, не соответствующее представлениям решателя задачи о надлежащем (в соответствии с господствующим в обществе, в т.ч. законодательно закрепленном, нормативном) отношении этих систем.

В приведенном определении назван субъект – решатель задачи<sup>2</sup>, для кого это отношение нежелательно. По умолчанию под ним нами понимается лицо, разделяющее нормы общества (писанные и неписанные), т.е. лицо, принадлежащее к большинству членов общества<sup>3</sup>.

Рассмотрим типы нежелательных эффектов на примере отношений пар элементов (двусторонние конфликты).

Ниже в таблице 5 дана лишь частичная классификация (типология) нежелательных эффектов (НЭ). В ней приведены одиночные и двойные (например, сопряженные) взаимодействия элементов, хотя они вполне могут быть и множественными. В связи с этим данная таблица может рассматриваться как генератор моделей более сложных НЭ.

Рекомендации по формированию и использованию более сложных моделей (отражающих реальные отношения систем) укладываются в рамки рекомендаций по моделированию вообще. Любая модель хороша, если она проста и адекватна моделируемому объекту. Здесь важно использовать принцип «бритвы Оккама»: «Не следует множить сущее без необходимости» (либо «Не следует привлекать новые сущности без самой крайней на то необходимости»)<sup>4</sup>.

В табл. 5 нетрудно увидеть, что **все нежелательные эффекты имеют функциональную (действенную) природу**.

Это очень важный момент для изучения ТРИЗ в частности и вообще для формирования человека, обладающего системным мышлением. Ведь все объекты как

---

<sup>1</sup> Есть, например, понятие многостороннего конфликта. При анализе этого отношения, естественно, происходит выделение самостоятельных конфликтующих пар элементов.

<sup>2</sup> Каждый человек, по сути, является лицом, принимающим решение (ЛПР). Используемый нами термин «решатель задачи» является эквивалентом аббревиатуры ЛПР.

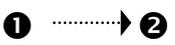
<sup>3</sup> Под демократией («властью народа») нами понимается доминирование интересов большинства членов общества (конечно же, при учете интересов меньшинства).

<sup>4</sup> » – методологический принцип, получивший название по имени английского монаха-францисканца, философа-номиналиста Уильяма Оккама (ок. 1285–1349). Этот принцип формирует базис методологического редукционизма, также называемый принципом бережливости, или законом экономии.

первой природы (естественной), так и второй (искусственной, антропогенной, созданной руками человека) функциональны. Люди, создавая или приобретая различные объекты (вещи), в конечном счете, желают удовлетворения своих различных потребностей, а это происходит в процессе реализации функций объектов.

Таблица 5

Типология нежелательных эффектов (НЭ)

№	Модель НЭ	Сущность	Пример
1		Нет связи	Отключение телефона. Разрыв дипломатических отношений между государствами
2		Бездействие (функция равна 0)	Невыполнение любых обязательств. Неиспользование купленных в театр дорогих билетов
3		Недостаточный уровень выполнения полезной функции	Неполная выплата зарплаты. Незавершенное строительство
4		Избыточный уровень выполнения полезной функции	Превышение пределов необходимой самообороны. Превышение скорости при езде на автомобиле
5		Вредная функция	Загрязнение выхлопными газами автомобиля воздушной среды. Курение табака
6		Сопряженное полезно-вредное действие	Лекарство оказывает сопряженное полезное и вредное действие на организм (побочный эффект). Действие рентгеновского излучения
7		Противодействие	Милиционер пресекает действия хулигана, а тот оказывает ему вооруженное сопротивление

Безусловно, среди нежелательных эффектов есть отношения, где нет действия (см. бездействие – НЭ2), а значит, нет изменения свойств систем. Однако бездействие (или даже отсутствие связи элементов) рассматривается решателем (по сути, членом демократического общества) как нежелательное действие (деяние).

Ведь нормы общества предписывают в этих случаях иное<sup>1</sup>. В юридической практике, например, весьма важным моментом деятельности является квалификация деяний (они квалифицируются как уголовно-наказуемые, административно-наказуемые и т.п.).

Для понимания природы нежелательных эффектов нам важно понимать, что **любое действие (деяние) – это изменение (смена) свойств какого-либо объекта (системы), происходящее в процессе проявления свойств другого (более активного в данном акте) объекта – носителя действия (функции).**

<sup>1</sup> Примером может служить неоказание помощи, например, пострадавшему в ДТП человеку лицом, имеющим врачебное (либо фельдшерское) образование (и дававших клятву Гиппократа).

Ниже нами будет показано, что действие и есть разрешение противоречия.

### Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение нежелательному эффекту (НЭ).
2. Раскройте типологию моделей НЭ.
3. Поясните, почему все НЭ имеют функциональную природу?

## 2.4. Понятие противоречия и виды противоречия в ТРИЗ

Считаем целесообразным начать данный раздел с библейской истории, проанализированной В.А. Королевым (г. Белая Церковь, Украина).

*Книжники и фарисеи подвели к Христу испуганную грешницу и сказали: «Решили мы, Учитель, следовать твоим заветам и не тронули мы грешницу, взятую в прелюбодеянии. Но Моисей заповедовал нам побивать таких камнями. Что скажешь?». Так, Иисус столкнулся с тяжелейшим противоречием: Он, Бог, и сын Бога, проповедовал милосердие, а Бог-Отец через Моисея заповедовал наказание смертью за прелюбодеяние. Разрешая это противоречие, Иисус сказал: «Кто из вас без греха, первым брось камень». Таким образом, Иисус не отменил закон, а внес ограничение в закон, – исполнить закон может только безгрешный человек. Таких, конечно, не нашлось.*

Противоречие – важнейшее понятие, не случайно именуемое «ядром диалектики». По-видимому, одна из первых попыток в истории человечества объяснить динамику мира зародилась в недрах зороастризма – древней религии, возникшей на рубеже II и I-го тысячелетий до н.э. в Азии. Легендарный пророк Заратустра сформулировал представление о противоборстве добра и зла как первопричине развития. Впоследствии базисное представление о противоречии легло в основу диалектики. Согласно Г. Гегелю, в природе нет предмета, в котором не найти противоречия, «противоречие есть корень всякого движения и жизненности».

В обыденной жизни под противоречием понимается несогласие, противоположность интересов или мнений по одному и тому же поводу. Такое понимание очень близко пониманию противоречия в ТРИЗ.

Этимологически слово противоречие – это «против речи», против мнения, против желания.

**В формальной логике** под противоречием понимают противоречие с истинной, – наличие в одном и том же рассуждении двух высказываний, из которых одно исключает другое. Например, утверждение «объект А сейчас горячий» противоположно и исключает утверждение «объект А сейчас холодный». По законам формальной логики эти два утверждения одновременно и одноместно верными быть не могут, при условии, конечно, что понятия «горячий» и «холодный» четко определены. Однако в **диалектической логике** противоречия считаются естественным источником развития систем.

Согласно логическим словарям, «**диалектическое противоречие** – взаимодействие между взаимоисключающими, но при этом взаимообуславливающими и

взаимопроникающими друг друга противоположностями внутри единого объекта и его состояний, или же понятий, высказываний, теорий. Оно присуще всем природным, общественным и познавательным процессам. Например, противоречие между новым и старым, между формой и содержанием, между производительными силами и производственными отношениями и т.п.».

Большая советская энциклопедия (БСЭ) определяет диалектическое противоречие как «взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении, выступая источником самодвижения и развития объективного мира и познания». Таким образом, диалектическое противоречие – это раздвоение единого объекта на два исключаящих и взаимопроникающих момента, формально-логическое противоречие – это не раздвоение единого, а приписывание единому в целом объекту какого-либо признака и одновременное отрицание этого же признака у данного единого объекта. Иносказательно можно это представить так: **в случае диалектического противоречия две стороны в сумме дают 1, а в случае формально-логического противоречия – утверждение (+) и отрицание (–) дают 0.**

Главной задачей ТРИЗ тоже является развитие систем. Их можно (и нужно!) развивать диалектическим путем, т.е. путём выявления и разрешения противоречий, что должно привести к улучшению существующих «старых» систем, например, путём изобретения новых систем.

Диалектика дает нам ясный механизм рождения нового как результат взаимодействия противоречий. Отношения между составляющими системы или её внешним окружением категорируются по степени различия, амбивалентности<sup>1</sup>: тождество, различие, противоположность или собственно противоречие. Любое из несовпадений на качественном уровне может вылиться в зародыш нового, еще не присущего системе. В процессе развития системы несовпадения углубляются и наконец, превращаются в некоторую несовместимость, вначале распространяющуюся на определенную область системы, а затем, в случае успешных трансформаций, приобретающую законченность формы (элементную, структурную, организационную)<sup>2</sup>.

Организуясь как самостоятельное, это образование несет в себе категорию отрицания, что и проявляется в его локализации. Но коль скоро новое образование вырастает внутри системы, в предыстории являясь частью системы, оно тем самым демонстрирует единство с последней. Этот цикл завершается сосуществованием двух образований: «старой» системы (которая переродилась, т.к. выделила из себя нечто новое и в течение этого акта взаимодействовала с ним) и нового об-

---

<sup>1</sup> (от лат. *ambo* – «оба» и лат. *valentia* – «сила») – двойственность отношения к чему-либо, в особенности двойственность переживания, выражающаяся в том, что один объект вызывает у человека одновременно два противоположных чувства.

<sup>2</sup> Могилевский, В.Д. Методология систем: вербальный подход / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – С. 31.

разования, приобретшего законченную форму и, быть может, известную самостоятельность. Последнее и составляет сущность закона отрицания отрицания.

Говоря о роли противоречий в развитии системы, надо подчеркнуть, что источником нового могут быть как внутренние противоречия между элементами системы (или на более низком структурном уровне), так и внешние (между системой и средой).

В философии принято делить противоречия на антагонистические<sup>1</sup> и неантагонистические. Под первыми понимают непреодолимые противоречия, которые могут разрешаться только кризисом.

В теории систем термин «противоречие» заменяют понятием «конфликт». Специалисты отмечают, что конфликт есть частный случай взаимодействия динамических систем, класс отношений которых весьма широк: единство, содружество, содействие, симбиоз и конфликт<sup>2</sup>. Неантагонистические противоречия (нестрогий конфликт) преодолеваются путем компромисса. По другому разрешаются непреодолимые расхождения в собственно конфликте. Здесь речь идет об уничтожении противной стороны или нанесении ей максимального ущерба<sup>3</sup>. Несомненно, наиболее конструктивной, экономичной формой разрешения противоречий является компромисс. Недаром ещё в Нагорной проповеди сказано: «Мирись с соперником твоим, пока ты ещё на пути с ним».

В ТРИЗ выделяется три вида противоречий: **административное, техническое, физическое**. В самом факте возникновения изобретательской задачи, согласно, Г.С. Альтшуллеру, уже присутствует противоречие: **нужно что-то сделать, а как это сделать – неизвестно**<sup>4</sup>. Такие противоречия принято называть административными или социальными.

**Административное противоречие (АП)** звучит так: «надо улучшить систему, но я не знаю как (не умею, не имею права) сделать это». Это противоречие является самым слабым и может быть снято либо изучением дополнительных материалов, либо принятием/снятием административных решений.

В глубине АП лежат **технические противоречия (ТП)**: если известными способами улучшить одну часть (или один параметр) технической системы, недопустимо ухудшится другая часть (или другой параметр). Поэтому **техническое противоречие** звучит так: «улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра».

**Техническое противоречие (ТП)** – это и есть постановка изобретательской задачи. Правильно сформулированное ТП обладает определенной эвристической ценностью. Переход от АП к ТП резко понижает размерность задачи, сужает поле

---

<sup>1</sup> Антагонизм (от греч.) – противодействие, вражда; антагонист – противник, соперник.

<sup>2</sup> Дружинин, В.В. Введение в теорию конфликта / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, М.Д. Конторов. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.

<sup>3</sup> В социальной психологии выделяют три способа разрешения конфликта: 1) изоляция (когда запрещается соприкосновение враждующих сторон), 2) компромисс и 3) элиминация (имеющая целью уничтожение противника).

<sup>4</sup> Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – М.: Советское радио, 1979. – С. 20.

поиска решений и позволяет перейти от метода проб и ошибок к алгоритму (АРИЗ), который либо предлагает применить один или несколько стандартных технических приёмов, либо (в случае сложных задач) указывает на одно или несколько физических противоречий.

В **физическом противоречии (ФП)** к одной и той же части системы предъявляются взаимопротивоположные требования. Нетрудно видеть, что **ФП – это и есть диалектическое противоречие**. Таким образом, при формулировке **физического противоречия** «для улучшения системы какая-то её часть должна находиться в разных физических состояниях одновременно, что невозможно».

Физическое противоречие является наиболее фундаментальным, потому что изобретатель упирается в ограничения, обусловленные физическими законами природы. Для решения задачи изобретатель должен воспользоваться справочником физических эффектов и таблицей их применения.

Таким образом, в конечном счете, центром любой проблемы является противоречие. На практике во время постановки проблемы противоречие выступает как единство двух несовместимых требований, предъявляемых системе (рис. 2).

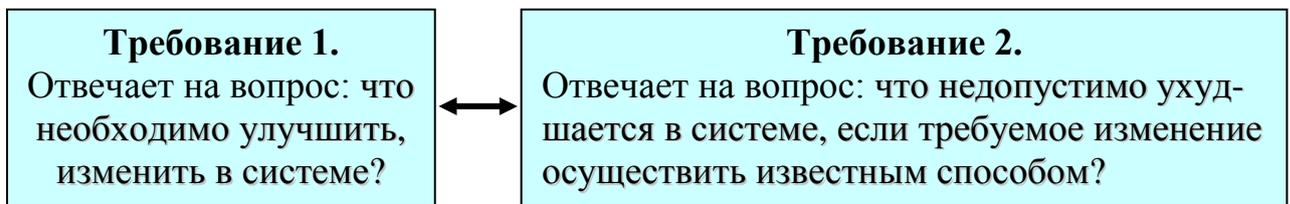


Рис. 2. Структура противоречия в исходной ситуации

В надсистеме (НС) всегда опережающими темпами развиваются потребности к своим системам, а существующие системы обладают конкретными возможностями, которые могут совпадать (или не совпадать) с потребностями НС (рис. 3).

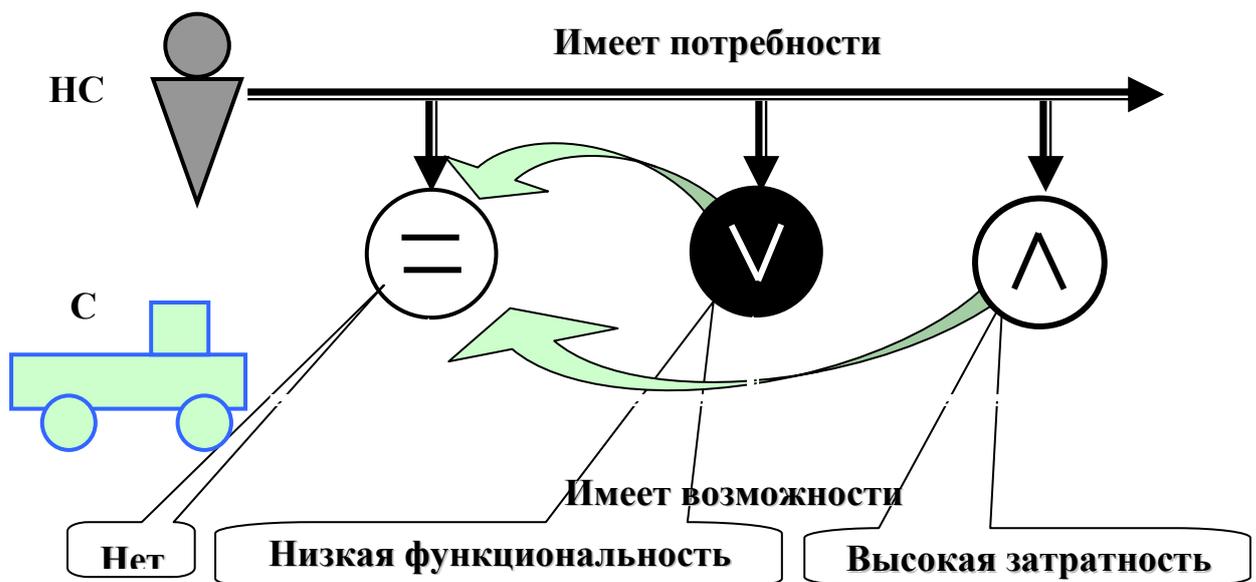


Рис. 3. Структура противоречия С – НС и его разрешение

В ходе анализа исходной ситуации идет уточнение противоречия и сужение зоны системного пространства, где оно проявляется (рис. 4). Проявляется **линия противоречий**. На каждом этапе возможен выход в зону разрешения противоречия. Но, чем глубже вскрыта причина, тем лучше получается её решение.

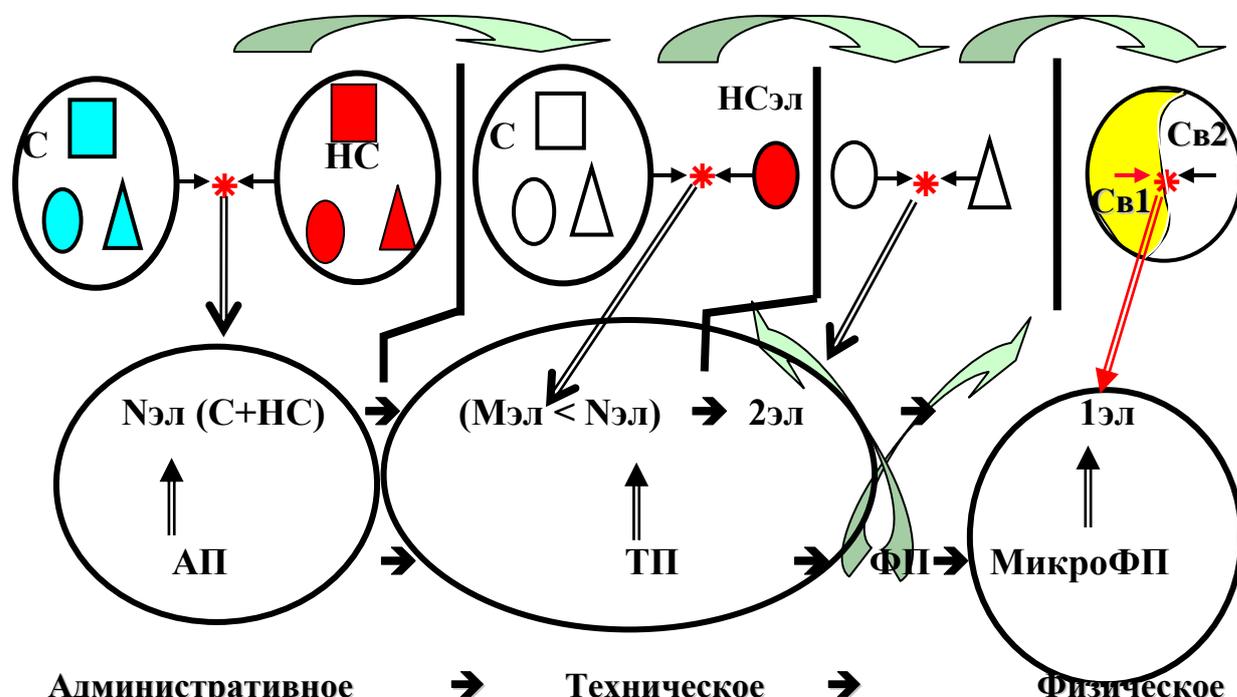


Рис. 4. Линия противоречий

### Вопросы для самопроверки

1. Почему «противоречие – ядро диалектики»?
2. Каково понимание противоречия в формальной логике и в чем его отличие от понимания в диалектической логике?
3. Какие виды противоречий выделяют в ТРИЗ?
4. Раскройте смысл административного (АП), технического (ТП) и физическо-го (ФП) противоречий.
5. Почему можно утверждать, что в ходе анализа исходной проблемной ситуации в ТРИЗ проявляется линия противоречий?

### 2.5. Задачи и процедуры их решения. Взаимосвязь анализа и синтеза

Исходя из представлений системности всего материального и духовного, можно заключить, что и **задача и проблема есть системы**. В обыденной речи люди часто подменяют одно понятие другим, уравнивая их. Мы будем придерживаться

следующих представлений. Считая задачу системой, будем рассматривать проблему как надсистему, включающую задачу в качестве части (компонента).

Не останавливаясь на признаках систем «задача» и «проблема», определим процедуру решения задачи как систему типа «процесс».

В любой задаче (а она является информационной копией какой-либо совокупности объектов, их свойств и отношений в реальном мире) можно найти более определенную информацию об имеющемся состоянии системы (которая часто вводится словами «Дано» или «Известно») и другую, менее определенную, размытую информацию о желательном для решателя задачи состоянии системы (которая вводится словами «Найти» или «Требуется»).

Требование указывает на то, что в данных условиях следует искать.

Результат решения задачи – это и есть определение того искомого, о котором говорится в требованиях задачи (причем искомое не представлено явно в имеющейся системе условий – иначе задача не была бы задачей). В процессе решения задачи решатель совершает переход от неопределенности к определенности (происходит раскрытие, снятие неопределенности). Другими словами, в процессе мыследеятельности решатель протраивает в своей голове модель желаемой системы, для того, чтобы сделать затем подобное построение на реальной системе.

**Анализ**<sup>1</sup> и **синтез**<sup>2</sup> в самом общем понимании – это процессы мысленного или фактического разложения целого на составные части для их изменения (рассмотрения и познания), а также воссоединения целого из частей.

Анализ является логическим способом воспроизведения в мышлении расчлененной объективно существующей целостной системы. В процессе синтеза в мышлении воспроизводится действительное взаимодействие расчлененных в процессе анализа компонентов, движение частей и системы в целом.

Этапы анализа и синтеза диалектически взаимосвязаны. Противоречивость этапов анализа и синтеза является проявлением противоречивости процесса познания. Ещё Г. Гегель характеризовал диалектический метод одновременно как аналитический и синтетический.

Анализ не является самоцелью, подобно тому, как части подчиняются целому, служат ему, анализ в конечном счете служит синтезу, свершается во имя синтеза, направляется и контролируется синтезом.

Будем понимать под НС, КС и Пр – информацию, соответственно, о начальном и конечном состояниях реальной системы и процедуре перехода от первого состояния ко второму. Так устроен наш мир, что в процессе деятельности люди обнаруживают большую неопределенность информации либо о КС, либо о НС системы. В зависимости от этого формируется два направления движения к выравниванию информации (рис. 5).

---

<sup>1</sup> Анализ (от древнегреч. – разложение, расчленение) – операция мысленного или реального расчленения целого (вещи, свойства, процесса или отношения между предметами) на составные части, выполняемая в процессе познания или предметно-практической деятельности человека.

<sup>2</sup> Термин происходит от греческого и обозначает «совмещение, помещение вместе».

Метод решения задачи от конечного состояния (КС) к начальному (НС) ещё греческие геометры называли анализом, что по смыслу означает «решение от конца к началу»<sup>1</sup>.

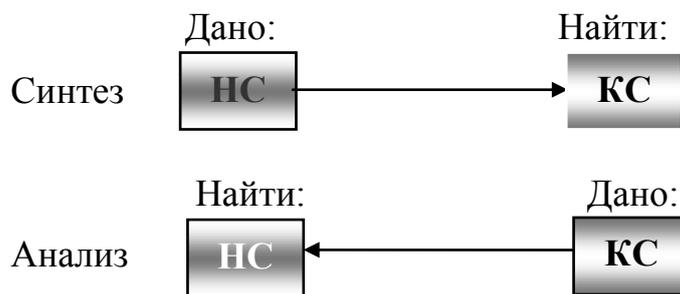


Рис. 5. Типы задач по направленности интеллектуальных действий решателя

Если же решатель продвигается в противоположном направлении, т.е. от информации об объекте, находящемся в его распоряжении по направлению к цели, то такой метод решения (в противоположность первому методу) называется составлением плана в прямом направлении, или продвижением от начала к концу, или синтезом.

Задачи синтеза принято называть **прямыми**, а анализа – **обратными** задачами.

В теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) задачи синтеза именуется задачами «**на изменение**» (систем), а задачи анализа – «**на обнаружение (или измерение)**» систем.

Известно, что общий ход человеческого познания имеет трехступенчатый характер (т.е. обладает трехфазным ритмом): непосредственное созерцание, анализ, синтез. Всегда вначале (см. проблемная ситуация) представления об изучаемом объекте туманны («диффузные»), т.к. объект «нетронут».

Именно через анализ начинается выделение разных сторон объекта, представления о нем начинают обретать все более абстрактный характер. В ходе человеческого познания анализ осуществляется диалектически, так что анализ подготавливает собой и делает возможным переход к синтезу в его единстве с анализом.

Схематично последовательный ряд эволюции анализа в его соотношении с синтезом в познании академик Б.В. Кедров отобразил следующим образом:

$$\begin{array}{c}
 \mathbf{a} \longrightarrow \mathbf{A(s)} \longrightarrow \mathbf{A + S} \longrightarrow \mathbf{S (A)}, \quad (1) \\
 \hline
 \longrightarrow \text{Шкала времени}
 \end{array}$$

где: **a** и **s** – «зародышевые», а **A** и **S** – развитые (зрелые) формы анализа и синтеза.

В скобки заключено то, что находится в подчиненном положении к стоящему вне скобок и доминирующему на данном этапе.

Стрелка указывает переход от более низкой ступени познания к более высокой: стадия **a** отвечает преднаучной фазе познания; стадия **A(s)** – развитому ана-

<sup>1</sup> На этот счет есть хорошая английская пословица: «Умный начинает с конца, а дурак – кончает в самом начале».

лизу, результаты которого контролируются зародышевым синтезом, что соответствует научному познанию; стадия **A + S** – развитым анализу и синтезу, которые пока ещё существуют друг с другом, поскольку синтез уже вышел из прежнего подчинения анализу, но не успел ещё подчинить этот анализ; наконец, стадия **S(A)** – высшему синтезу, подчинившему себе анализ и выступающему в диалектическом единстве с ним.

Анализируя процессы мышления, психологи (С.Л. Рубинштейн и др.) выделили комплекс операций, своеобразный механизм поискового исследования, названный «анализ через синтез». Механизм «анализа через синтез» выступает, таким образом, как процесс моделирования и мысленного эксперимента, как процесс оперирования с моделью: модель исследуемого объекта «включается», «поворачивается», из нее «вычерпывается все новое содержание».

В связи с вышеизложенным можно отметить сводимость задач анализа к задачам синтеза. В терминах ТРИЗ это получило название «**обращение задачи**», т.е. сведение задач «на обнаружение» («на измерение») к задачам «на изменение».

Множество задач обнаружительного характера распространены не только в науке (при проведении исследований, о чем речь пойдет позже)<sup>1</sup>, но особенно в ходе расследования различных диверсий, аварий и катастроф, а также в криминалистической практике. В ТРИЗ разработка методик и алгоритмов решение задач «на обнаружение» привела к созданию так называемого **диверсионного подхода** или **диверсионного анализа** (коротко – «диверсионки» или ДА). Сегодня эти подходы активно используются во многих сферах человеческой деятельности<sup>2</sup>.

С самого начала в ТРИЗ встала необходимость определиться с классификацией задач. Г.С. Альтшуллер писал: «Научный подход к изучению изобретательского творчества начинается с понимания простой истины: задачи бывают разные, нельзя изучать их «вообще». Есть очень легкие задачи, их решают после нескольких попыток, и есть задачи невообразимой трудности, которые решаются в течение многих лет. Почему легки легкие задачи? Что именно делает задачу трудной? Нельзя ли какими-то приемами преобразовать трудную задачу в легкую?»<sup>3</sup>

Г.С. Альтшуллером была собрана статистика (за 1965 и 1969 годы по 14 классам изобретений)<sup>4</sup>, показывающая распределение изобретений в мировом патентном фонде по пяти уровням (табл. б). Из неё следует, что для получения сильных решений в случае перебора вариантов нужно огромное количество интеллектуальных проб. Тем не менее, решение задач высокого уровня сразу подразумевает выход за пределы знаний профессиональной области решателя задачи. Проведен-

---

<sup>1</sup> Злотин, Б.Л. Решение исследовательских задач / Б.Л. Злотин, А.В. Зусман. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991. – 204 с.

<sup>2</sup> См.: Даниловский, Ю. Диверсионный анализ. Обзор / Ю. Даниловский. – <http://www.metodolog.ru/01282/01282.html>; Пашутин, С. Диверсионный подход как способ достижения устойчивости в бизнесе / С. Пашутин // Управление персоналом. – 2004. – № 1-2. – <http://www.top-personal.ru/issue.html?753> и др.

<sup>3</sup> Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – М.: Советское радио, 1979. – С. 14.

<sup>4</sup> Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения / Г.С. Альтшуллер. – М.: Московский рабочий, 1969.

ный в 1982 г. аналогичный анализ по трем классам изобретений дал соответственно следующий цифровой ряд по первым трем уровням изобретений: 49%, 55% и 6%. Крупные и крупнейшие изобретения отсутствовали<sup>1</sup>. Этот эффект «мельчания» изобретений – характерный симптом застоя в промышленности.

Таблица 6

### Характеристика пятиуровневой классификации задач Г.С. Альтшуллера

Уровень изобретений	Статистика распределения изобретений, %	Объем и сферы знаний, необходимые и достаточные для создания изобретений (И) соответствующего уровня	Количество проб, нужных для создания И при переборе вариантов
1	32	Знания отдельного специалиста в своей профессиональной области	Несколько вариантов
2	45	Знания всей профессиональной области (в головах всех специалистов)	Десятки
3	19	Знания меж-, точнее, надпрофессиональные (за пределами профессии)	Сотни
4	Менее 4	Знания меж- или наднаучные (на стыках наук)	Тысячи (десятки тысяч)
5	Менее 0,3	Знания за границей наук (открытия)	Сотни тысяч и более

Можно видеть, что в классификации задач Г.С. Альтшуллера «сошлись» сразу несколько критериев:

- 1) сложность задачи, измеряемая числом проб или перебора вариантов;
- 2) изобретательский уровень: мельчайшие (1), мелкие (2), средние (3), крупные, крупнейшие или пионерские (5);
- 3) необходимые и достаточные для решения задач знания решателя задач (см. в табл. 6: индивидуальные знания, знания всей профессиональной области, знания межпрофессиональные, межнаучные и на уровне всего слоя культуры).

В процессах подготовки инженеров и других специалистов почти все учебные курсы, начиная от математики и механики и кончая специальными дисциплинами, дают знания и навыки решения четко определенных задач.

Однако в современных условиях меняющегося (нелинейного) мира, очень важно, чтобы курсы по методам творчества, в т.ч. инженерного (тем более основанные на методологии ТРИЗ), формировали у будущих специалистов знания и навыки в постановке и решении именно нечетких, творческих задач (табл. 7).

Таблица 7.

### Характеристика инженерных задач

Показатели сравнения задач	Инженерные задачи	
	Четко определенные	Нечеткие (творческие)
Постановка задачи	Имеется	Как правило, отсутствует
Метод (способ) решения	Как правило, указан	Не указан
Обучающий пример	Имеется	Отсутствует

<sup>1</sup> Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – Новосибирск: Наука, 1986.

Результат решения	Как правило, однозначен и известен преподавателю	Как правило, многозначен и неизвестен преподавателю
-------------------	--	---

Интерпретируя классификацию Г.С. Альтшуллера, Г.И. Иванов с коллегами показали связь уровня задач и стадий их решения, точнее сказать, их жизненного цикла (табл. 8)<sup>1</sup>.

Таблица 8

Уровни задач и стадии процесса их решения

№	Стадии творческого процесса решения задачи					
	Выбор задачи	Выбор концепции поиска	Сбор информации	Поиск идеи решения	Воплощение идеи	Внедрение
1	Есть готовая задача	Использована готовая концепция	Использованы имеющиеся сведения	Использовано готовое решение	Использована готовая конструкция	Внедрена готовая конструкция
2	Выбрана одна из нескольких задач	Выбрана одна поисковая концепция	Собраны сведения из нескольких источников	Выбрано одно решение из нескольких	Выбрана одна конструкция из нескольких	Внедрена модификация готовой конструкции
3	Изменена исходная задача	Концепция изменена применительно к задаче	Собранная информация изменена к задаче	Изменено известное решение	Изменена Исходная Конструкция	Внедрена новая конструкция
4	Найдена новая задача	Найдена новая концепция	Получены новые данные по задаче	Найдено новое решение	Создана новая конструкция	Конструкция применена по новому
5	Найдена новая проблема	Найден новый метод	Получены новые данные, относящиеся к проблеме	Найден новый принцип	Созданы новые конструктивные принципы	Изменена вся система, куда вошла новая конструкция

При обсуждении нами классификации задач было уже подчеркнуто, что процессе взаимодействия с окружающим системным миром любому человеку (решателю задач) приходится сталкиваться, прежде всего, с задачами анализа (безусловно, находящегося в диалектическом единстве с синтезом). Именно поэтому, как на повседневном-бытовом, так и на научном уровнях, часто словами «проанализировано» или «выполнен анализ» и т.п., по сути, раскрывается понимание человеком (или какой-либо организацией) изучаемой проблемной ситуации, реализованное в ходе аналитико-синтетических процедур.

Без понимания ситуации (иначе говоря, решения задачи «на обнаружение») нерационально и совершенно бессмысленно предпринимать какие-либо действия, т.е. решать задачи «на изменение». Изречений по этому поводу очень много<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Методы поиска новых технических решений / С.Ф. Пирятинская, Г.И. Иванов, Л.М. Киселев. – Киев: УкрНИИТИ, 1988. – С. 6.

Нами ниже в табл. 9 показана связь между учебными задачами, решаемыми будущими специалистами в ходе их подготовки в образовательных учреждениях и реальными производственными проблемными ситуациями («путанками»).

Таблица 9

Модель типологии задачных систем

Характеристика		Компоненты задачных систем						Содержание работ в типах задач на переходах от одного к другому	
Тип и переходы при обучении	В терминах ТРИЗ плюс ФСА	НС Дано			Средства преобразования (ВПр)	Принцип действия (ПД)	КС Требуется Цель преобразования – направленность (И = Ф/З)		Пр Процедура Методы задействования ВПр – законы развития систем (ЗРС)
		Вид недостатка							
		П	НЭ	Ансамбль НЭ					
Рутинные	Неизобретательские	Не выражены			+	+	+	–	Освоение Пр
Нерутинные (с затруднением)		Не выражены			–	+	+	–	Перевод в рутинную отсечением избыточности и достройкой необходимой информации
Учебные	Изобретательские	+			+	+	+	–	Формулировка П, выбор ресурсов (ВПр) для разрешения
Переходные			+		+	+	+	–	Выделение ключевого НЭ, отсечение избытка и достройка необходимой информации
Производственные («путанки»)					+	–	+	–	–

<sup>1</sup> Например, русское: «Не зная броду – не суйся в воду» и др. А «результативность» подобных шагов хорошо выражена в библейском: «Прости их, Господи, не ведают, что творят!»

Обычно в ходе любого обучения при решении прямых задач отрабатывается процедура (Пр) перехода от НС («Дано») к КС («Требуется»). Например, в какой-либо теме изучается какая-либо формула (зависимость), а затем в ходе решения рутинных задач закрепляются знания этой процедуры (см. освоение Пр в табл. 9).

В рутинных (т.е. стандартных для данной специальности) задачах заданы и ясны как начальные (НС), так и конечные (КС) состояния, компоненты (это отражено знаками (+) в табл. 9). В ходе обучения обучающимися нарабатываются навыки применения стандартных процедур перехода, что отражено в таблице 9 знаком (-). По мере освоения этих уровней знания в ходе обучения обычно начинают использоваться задачи с затруднениями (нерутинные). В них специально «прячутся» (маскируются) средства преобразования. На языке ТРИЗ и функционально-стоимостного анализа (ФСА) систем они называются вещественно-полевыми ресурсами (ВПр).

Особое место при описании начального состояния (НС) задачи занимает принцип действия (ПД). Вообще, под принципом<sup>1</sup> понимается основное исходное положение какой-либо теории, учения, науки, мировоззрения, политической организации и т.д.; внутреннее убеждение человека, определяющее его отношение к действительности, нормы поведения и деятельности; основная особенность устройства (закономерность, эффект) какого-либо механизма или прибора.

Принцип структурирует систему (объект), он лежит в основе выполнения системой внешних действий, и, в частности, действия главной полезной функции. В этом случае он называется принципом действия (ПД).

Цель преобразования задачной системы, т.е. достижения её конечного состояния (КС), как правило, в учебных задачах также задана.

Нами в колонке КС табл. 9 совершенно неслучайно приведена формула идеальности (И) системы, рассматриваемая в ТРИЗ как отношение системы полезных функций системы (Ф) к затратам (факторам расплаты), обеспечивающим реализацию этих функций. Ведь идеальность дает нам направление развития систем любой природы. Закон повышения идеальности в ТРИЗ трактуется именно так: **«Все системы в своем развитии стремятся к идеальности, совершенству».**

Освоением процедур (Пр) решения рутинных задач, реже задач с затруднениями (иногда их называют квазипрофессиональными) обычно завершается традиционное профессиональное обучение.

В реальной жизни на практике имеют место сложные производственные ситуации (ПС) – «путанки». Характеристика их состава представлена последней строкой табл. 9. В них, как правило, первоначально есть известен некий набор (ансамбль) НЭ, что отмечено в табл. 9 знаком (+), а также в некоторой степени понятен принцип действия (ПД) системы, что также отмечено знаком (+).

Как было рассмотрено нами ранее, при декомпозиции ПС, т.е. «расщеплении» её на систему ИС (см. стрелку от последней строки к предпоследней) происходит конкретизация цели преобразования – изобретательской цели (ИЦ) в ИС. Естественно, после формулирования цели решатель сразу начинает концентрировать

---

<sup>1</sup> Принцип (от лат. principium) – начало, основа.

свое внимание на средствах преобразования (ресурсах) в задаче, т.е. они начинают своеобразно уточняться («проявляться») для решателя<sup>1</sup>.

Затем, в ходе дальнейшего решения задач при переходе от ИС к ИЗ происходит переход от выделенного в ИС ключевого НЭ к формулированию противоречия (П), обозначенного знаком (+) в колонке табл. 9.

Решение любой задачи, по сути, являет собой информационное отражение акта разрешения противоречия, и, тем самым, акта движения. Поток же решаемых задач является отражением «работы» законов развития систем (ЗРС)<sup>2</sup>.

Для того, чтобы в процессе обучения будущих специалистов производить их подготовку к разрешению реальных производственных ситуаций, надо «натаскивать» обучающихся сначала на учебных изобретательских задачах (третья строчка снизу в табл. 9), последовательно переходя к изобретательским ситуациям (ИС) и производственным ситуациям (ПС) – «путанкам» (см. стрелки от учебных задач к переходным и далее – к производственным). Только таким («встречным») образом надо сближать батареи учебных и производственных задач, стирая между ними грань и готовя будущих специалистов к деятельности в реальном будущем.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое задача и каковы её компоненты?
2. Какие бывают задачи по направленности интеллектуальных действий решателя? Как они называются в ТРИЗ?
3. Как соотносятся анализ и синтез в процессах познания (мышления)?
4. В чем состоит процедура «обращения задачи»? Зачем это нужно?
5. Дайте характеристику классификации изобретательских задач, предложенную Г.С. Альтшуллером.
6. В чем различие четко определенных и нечетких (творческих) задач?
7. Расскажите о связи учебных задач и производственных проблем («путанок») и поясните суть встречного характера процессов обучения технологиям решения квазипрофессиональных задач и процедур решения реальных производственных проблемных ситуаций.

### **2.6. Исходные рекомендации по использованию инструментов ТРИЗ**

Применение инструментов ТРИЗ для решения производственных задач началось параллельно с их разработкой. Все методические приемы и правила тут же проверялись на практике сначала автором ТРИЗ, а затем подготовленными людьми – обученными на семинарах, либо освоившими методику самостоятельно по книгам.

---

<sup>1</sup> Принято считать, что известное изречение: «Цель оправдывает средства» (Finis sanctificat media) принадлежит итальянскому мыслителю Никколо Макиавелли (1469–1527).

<sup>2</sup> Лихолетов, В.В. Свернутая модель законов развития систем / В.В. Лихолетов // Педагогика.– 2002. – № 6.– С. 35–40.

Однако по мере разработки и апробации новых инструментов стали возникать вопросы: в какой последовательности их использовать, какой инструмент где наиболее эффективен и обязательно ли знакомиться со всеми инструментами.

Практика показала, что разные инструменты ТРИЗ обладают разной эффективностью, в зависимости от уровня решения задач, требуют разного времени для усвоения и применения. Конечно, точные оценки здесь невозможны, но примерные приведены на рис. 6.

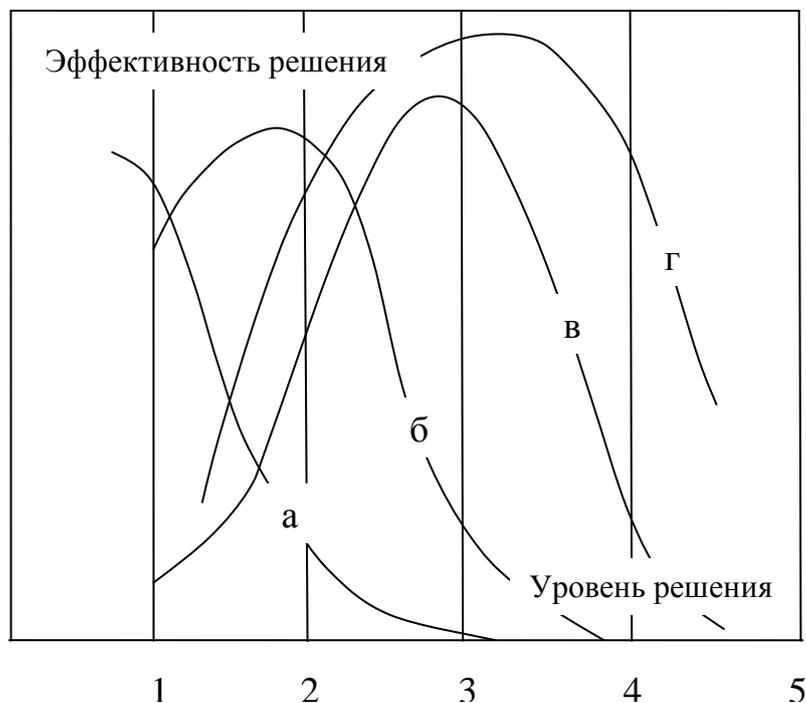


Рис. 6. Сравнение эффективности разных инструментов ТРИЗ и метода проб и ошибок (МПиО) в решении задач разных уровней: а – МПиО; б – приемы разрешения технических противоречий; в – вепольный анализ и стандарты на решение изобретательских задач; г – алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)

Приемы устранения технических противоречий – самый простой для изучения и использования инструмент. Для хорошего практического овладения требуется 10–12 учебных часов и 10–20 часов самостоятельной работы. Сам процесс решения задачи после такой подготовки занимает немного времени – в пределах нескольких часов.

Вепольный анализ (ВА) и стандарты на решение изобретательских задач для освоения требуют примерно такого же времени, в основном на отработку техники построения вепольных формул и на тренировку в поиске необходимых для данной задачи стандартов. Затраты времени на процесс решения также невелики. Тем не менее, в целом этот инструмент дает решения, как правило, более высокого уровня, чем приемы, хотя как тот, так и другой недостаточно эффективны при решении плохо поставленных задач – в тех случаях, когда имеется не столько изобретательская задача, сколько изобретательская ситуация.

В последнем случае гораздо эффективнее АРИЗ. Для его практического освоения требуется существенно больше времени и усилий – не менее 40–60 учебных часов и до 200 часов самостоятельной работы. Решение задач с помощью АРИЗ достаточно трудоемко – иногда десятки, а порой и сотни рабочих часов. Но это немного, если учесть, что такие задачи, как правило, ждут своего решения десятилетиями.

Специалист, владеющий инструментарием ТРИЗ, способен получать решения на 1–2 уровня выше, чем даже опытный изобретатель, но не знакомый с ТРИЗ. Имеется разница и между специалистом, только что прошедшим обучение по ТРИЗ, и тем, кто пользуется теорией много лет, но не столько в уровне решений, сколько в скорости их получения (за счет более обширного фонда задач-аналогов, наработанной техники формулирования шагов АРИЗ).

Вместе с тем сегодня имеется возможность уменьшить и это различие, а также повысить уровень решений с помощью современных средств вычислительной техники. Разработаны программные продукты интеллектуальные системы класса «компьютерная поддержка мышления» (computer aided thinking). Начало таким продуктам было положено в конце 80-х – начале 90-х гг. рамках международного проекта «Изобретающая машина» (ИМ), штаб-квартира которого находилась в г. Минске. Сегодня спектр этих продуктов существенно вырос, однако общая направленность разработок программных продуктов в целом осталась прежней.

Конечно же, компьютер сам задачи не решает. Он лишь предлагает решающему подходящие к той или иной конкретной задаче инструменты ТРИЗ, подсказывает задачи-аналоги, напоминает о физических, химических и других эффектах, доброжелательными вопросами помогает изменить задачу, оценить степень идеальности полученных решений. Применение программных продуктов позволяет не только быстро и эффективно решать задачи, но и ускоряет процесс освоения ТРИЗ. Сегодня на базе идеологии продуктов ИМ отрабатываются новые программные комплексы, целевые алгоритмы, предназначенные для отдельных типов задач, снабженные специально подобранным информационным фондом и т.п.

Из рис. 6 видно, что задачи не очень высокого уровня могут успешно решаться разными инструментами. Известны случаи, когда изобретатели-практики предпочитают использовать лишь один инструмент, например приемы устранения технических противоречий. Однако, несмотря на то, что и один инструмент может обеспечить получение приемлемых решений, комплекс инструментов выводит на более идеальные и, следовательно, более эффективные решения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие инструменты ТРИЗ являются наиболее простыми для изучения и использования и почему?
2. Можно ли использовать вепольный анализ систем и стандарты на решение изобретательских задач независимо от других инструментов ТРИЗ?
3. В каких случаях оправдано использование алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ)?
4. В чем суть «компьютерной поддержки мышления»?

## 2.7. Понятие разрешения противоречий

При решении задач в ТРИЗ в процессе перехода от АП к ТП, а затем к ФП происходит пошаговое проникновение в сущность задачи и понимание. Кстати, психологи утверждают, что до 96% времени решения задач уходит на их понимание<sup>1</sup>.

Можно дать своеобразное образное толкование ходу решения задач в ТРИЗ по аналогии с диагностикой и лечением аллеических реакций организма.

Допустим, у какого-то человека в некий период времени возник недуг, недомогание. Надо что-то делать, а что делать, как излечиться, он не знает. Это эквивалент проблемной ситуации и формулировки АП.

Человек идет в больницу, например, к аллергологу и тот проводит диагностику больного. При выявлении аллергена, по сути, происходит обнаружение связи «аллерген – реакция организма». Исследование идет как своеобразная провокация: 1) пробуют одно вещество – смотрят реакцию организма; 2) пробуют другое вещество и опять смотрят, как ведет себя организм. Так делают, пока не «поймают» то, что искали. Другими словами, устанавливают связь между чем-то и чем-то, вызывающим наблюдаемую реакцию. Это аналог формулирования технического противоречия (ТП).

**Техническое противоречие (ТП)**, как целое, состоит как бы из двух «половинок»: **ТП1** и **ТП2**. Например, в ТП1 отражается, какой параметр некоторой системы ухудшается, если улучшить параметр А. Допустим, ухудшается параметр Б. Затем проверяется обратная направленность, т.е. своеобразно тестируют систему, выявляя скрытые в ней связи, отношения (её структурные «секреты»).

В формулировке ТП2, наоборот, отражается, что при улучшении параметра Б, например, ухудшается параметр А. Таким образом, решатель все лучше и лучше понимает систему. Другими словами, при диагностике «недомогания» последовательно обнаруживается «больная зона», а затем и «больной элемент» (орган), ответственный за данную реакцию.

Таким образом, удастся далее перейти к формулировке **физического противоречия (ФП)**. В ТРИЗ под ним понимается ситуация, когда к объекту или его части предъявляются противоположные (несовместимые) требования. Оно строится по схеме: **объект должен обладать свойством А и вместе с тем иметь противоположное свойство анти-А.**

Физическое противоречие отражает диалектический закон единства и борьбы противоположностей и включает два вида отношений: отношение борьбы и отношение единства. Согласно Н. Бору, **«противоположности не противоречивы, а дополнительные»**. Другими словами, физическое противоречие – это единство (а также дополнительность) противоположных свойств одного и того же объекта, изменение каждого из которых приводит к изменению функционирования объекта, в т.ч. ухудшению функциональности или к возникновению недопустимого не-

---

<sup>1</sup> А понятая задача – это и есть задача решённая.

желательного эффекта (при этом важно помнить, что эту оценку изменений дает решатель задачи!).

Для наглядного отображения противоречия, воспользуемся графическим образом (шаблоном), на котором символами (+) и (–) отмечены **желательные** и **нежелательные** для решателя в текущем пространстве-времени свойства (параметры) объекта (рис. 7).

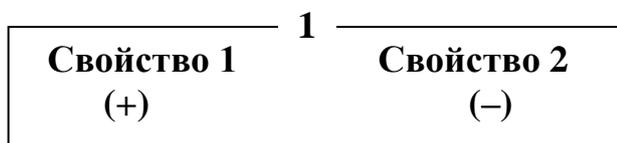


Рис. 7. Модель-шаблон противоречия в статике

На модели-шаблоне видно, что целостность любого объекта (а единица как начальное целое число – символ целостности), обусловлена наличием пар противоположных свойств (вспомним библейское: «Каждой твари по паре»).

Если убрать одно из свойств, то целостность нарушается – остается лишь половина целого, т.е. 1/2. Кроме того, оставшееся свойство решатель задачи не может оценить в категориях желательности-нежелательности, т.к. отсутствует база сравнения (вспомним изречение: «Все познается в сравнении»).

Модель в известной мере объясняет «энергетизм», сокрытые источники движения вещей. Она напоминает электрический аккумулятор<sup>1</sup>, при соединении полюсов (клемм) которого проводником в последнем возникает электрический ток. Таким образом, можно обобщенно говорить о противоречии, о скрытых причинах саморазвития объектов как о разности потенциалов самой различной природы (электрического и других полей).

Противоречие не может не разрешаться. Это может происходить быстро или очень медленно (доли секунды или десятки тысяч лет) в зависимости от характера самой системы, но это обязательно происходит. Иначе это бы означало прекращение всякого движения. Однако, вспомним, что по Гераклиту, «все течет...».

На приведенной выше модели-шаблоне можно показать, что развитие, проявление движения объекта (действие) состоит в изменении свойств, т.е. переходе от одних свойств (одного свойства) к другим (другому) (см. стрелку на рис. 8).

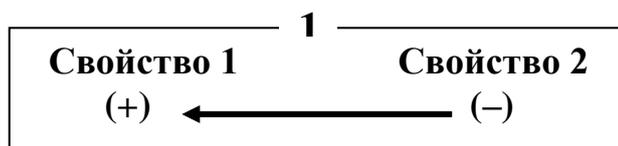


Рис. 8. Модель-шаблон противоречия в динамике

<sup>1</sup> Аккумулятор может быть и разряженным, дающим малый ток. Аналогичным образом можно говорить об ослабленных (неантогонистических) противоречиях или, наоборот, о предельно обостренных противоречиях. Важно, что говоря о противоречиях, мы выходим на понимание причин любых движений, любой активности систем.

На модели обнаруживается источник действия, поэтому все рассуждения оказываются вполне корректными, ведь **действие (Д) или активность** определяется нами как **«внешнее проявление свойств одного материального объекта, состоящее в изменении свойств другого материального объекта»**.

Подтвердим вышеизложенное иллюстрациями Ю.Н. Соколова, касающимися разрабатываемой его научной школой общей теории цикла (ОТЦ)<sup>1</sup>.

Можно представить, что во всем материальном мире существуют лишь два объекта А и В, находящихся во взаимодействии (рис. 9). В этом взаимодействии действуют две противоположно направленные силы (силы действия объекта А на объект В и силы противодействия объекта В).

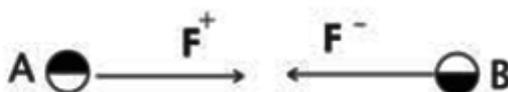


Рис. 9. Принципиальная структура взаимодействия объектов А и В

Через эти силы каждый объект проявляет себя и выступает как бы «силовым» узлом взаимодействия. Взаимодействие двух объектов А и В объединяет эти два объекта в одно неразрывное целое. Следовательно, силы действия и противодействия принадлежат одновременно как объекту А, так и объекту В.

Нас интересует объект А. Рассмотрим, что будет происходить с этим объектом по истечении некоторого времени взаимодействия.

Силы действия и противодействия, сосредоточенные на объекте А, можно представить в виде двух противоположно направленных векторов ( $F^+$  и  $F^-$ ). В процессе взаимодействия эти силы будут каким-то образом изменяться, поскольку взаимодействие это не статика сил, а скорее их динамика.

Как могут изменяться эти силы? Здесь возможны только два варианта. Во-первых, изменение их направления; во-вторых, изменение их величин.

Рассмотрим вначале изменение направления сил (рис. 10). Силы действия и противодействия определенно направлены. Если силы действия обозначить, например, как правые, то тогда противоположные силы противодействия будут выступать как левые. В процессе взаимодействия они могут измениться по направлению только одним способом, а именно: изменить свое направление на противоположное. Правые силы станут левыми, а левые силы станут правыми. Если говорить математическим языком, то произойдет инверсия сил.

В ходе дальнейшего взаимодействия вновь произойдет изменение направления сил, и они вернуться в исходное состояние. При дальнейшем взаимодействии все повторится. Что могут означать для объекта А эти изменения направления сил?

<sup>1</sup> См.: Циклы как основа мироздания. – Ставрополь: Изд-во Сев.-Кавказ. гос. техн. ун-та, 2001. – 568 с. (источник: <http://www.ncstu.ru>)

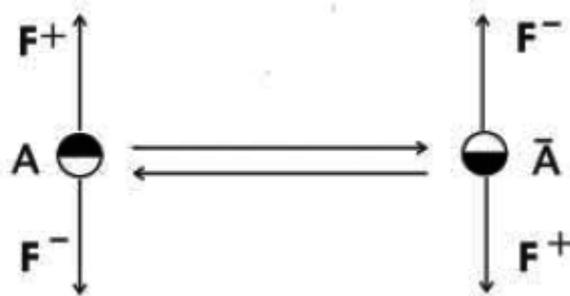


Рис. 10. Принципиальная схема изменения сил по направлению

Во взаимодействии объект А выступает «силовым» узлом. Если силы действия и противодействия в одном силовом узле имеют одно направление, а в другом прямо противоположное, то это означает, что эти два узла являются противоположностями.

Если один силовой узел выступает как объект А, то второй – как его зеркальная копия, как противоположность (как антиобъект). Итак, во взаимодействии можно выделить повторяющуюся структуру. В этой структуре объект А переходит в свою противоположность, а затем возвращается к себе.

Данная структура взаимодействия определяется Ю.Н. Соколовым как элементарная и называется квантом взаимодействия (рис. 10 и 11).

Кроме направлений векторов будет меняться и их величина. Естественно, возникает вопрос: каким образом и в каких пределах?

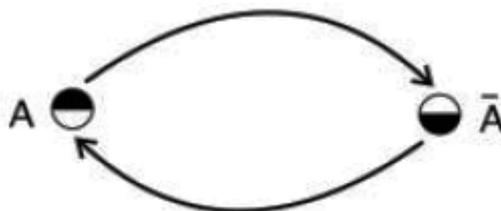


Рис. 11. Принципиальная структура кванта взаимодействия

Сумма сил действия и противодействия по абсолютной величине составляет меру взаимодействия, которая в нашем случае не может быть превышена из-за наличия только двух взаимодействующих объектов:

$$[F+] + [F-] = \text{const} \quad (2)$$

Если во взаимодействии будет увеличиваться сила действия, то для того, чтобы не изменилась мера, сила противодействия будет уменьшаться. Сила противодействия, естественно, не может исчезнуть совсем. Её исчезновение означало бы прекращение взаимодействия.

Следовательно, существует некий предел увеличения сил действия и уменьшения сил противодействия. Силы действия и противодействия во взаимодействии совершенно равноправны. Значит, во взаимодействии будет существовать си-

туация, когда силы противодействия будут увеличиваться, а силы действия уменьшаться. Здесь также будет присутствовать тот же предел их увеличения и уменьшения, как и в первом случае.

Логично предположить, что во взаимодействии двух объектов будут периодически чередоваться эти две ситуации. Первая ситуация: увеличение сил действия и уменьшение сил противодействия. Вторая ситуация: увеличение сил противодействия и уменьшение сил действия. Силы действия у нас обозначены как положительные ( $F+$ ), а силы противодействия – как отрицательные ( $F-$ ). В результате реализации двух ситуаций сначала будет увеличиваться результирующая положительная сила, которая достигнув максимума, будет уменьшаться. Затем будет увеличиваться отрицательная результирующая сила, которая, также достигнув максимума, будет уменьшаться.

Данный процесс можно представить в виде графика (рис. 12). Точки 1, 3, 1 соответствуют ситуации, когда силы действия равны силам противодействия. В точке 2 сила действия максимальна, а сила противодействия минимальна. В точке 4 все наоборот – сила противодействия максимальна, а сила действия минимальна. Если принять, что точка 1 соответствует объекту, то точка 3 будет соответствовать его противоположности. Точка 1 – это возврат объекта А в исходное состояние. Таким образом, график на рис. 12 отражает процесс изменения результирующей силы в кванте взаимодействия.

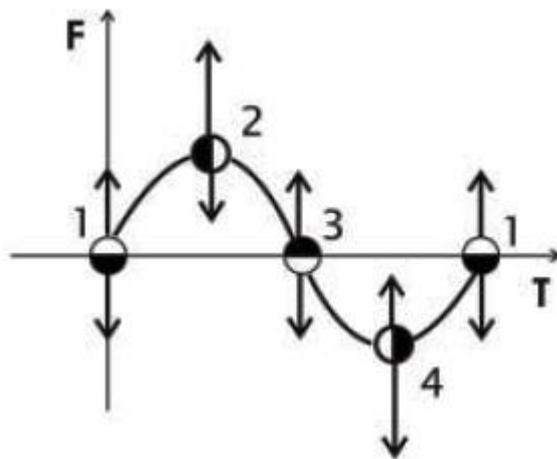


Рис. 12. Схема изменения результирующей силы в кванте взаимодействия

Итак, что в точке (2) сила действия максимальна, а сила противодействия минимальна. В точке (4) все наоборот, сила действия минимальна, а сила противодействия максимальна. Возникает вопрос о пределе увеличения одной силы и уменьшения второй. Такой предел должен существовать и это вытекает из следующих рассуждений.

Представим, что такого предела нет. Тогда можно увеличивать одну силу и уменьшать вторую силу до нуля. Мы приходим к тому, что остается только одна сила, а это равносильно исчезновению взаимодействия. Такого, естественно, быть не может. Следовательно, предел увеличения одной силы и уменьшения второй

существует. Вопрос о пределе изменения сил, на взгляд разработчиков ОТЦ, можно решить на основе **золотого сечения**<sup>1</sup>.

Так, Ю.Н. Соколов полагает, что природу золотого сечения можно раскрыть лишь в рамках общей теории цикла. Изложим соображения по этому поводу.

В кванте взаимодействия есть две противоположные силы – действия и противодействия. Поскольку, в модели взаимодействуют только два объекта, то данное взаимодействие идет в пределах определенной меры. Это означает, что сумма двух сил по абсолютной величине должна на протяжении всего взаимодействия оставаться постоянной ( $[F+] + [F-] = \text{const}$ ).

В ситуации взаимодействия, когда две силы по величине равны друг другу, общая сумма этих сил по абсолютности равна 1. Величина одной силы в этом случае равна 0,5. В кванте взаимодействия две силы порознь выступают как части взаимодействия, а их сумма, естественно, как целое. Произведем расчет отношения частей друг к другу и отношение целого к одной части взаимодействия.

Будем увеличивать положительную силу. Тогда отрицательная сила, чтобы не изменилась мера взаимодействия, будет уменьшаться. Величина отношения частей будет увеличиваться в этом случае, а величина отношения целого к части будет, естественно, уменьшаться. Наступит момент, когда эти два отношения будут равны друг другу. Это равенство наступит в тот момент, когда оба отношения будут равны величине 1,618. Эта величина выступает как золотое сечение. В данной точке достигается гармония частей друг с другом и целого с одной частью взаимодействия. Именно поэтому в ОТЦ полагают, что дальнейшее увеличение положительной силы и уменьшение отрицательной невозможно. Это предел. Этот предел на графике изменения результирующей силы соответствует точке (2).

Во взаимодействии реализуется, естественно, и противоположная ситуация. Эта ситуация соответствует точке (4) на графике результирующей силы взаимодействия (рис. 11). Из приведенных рассуждений следует, что в кванте идет колебательный процесс от точки гармонии частей, целого и одной части к точке гармонии частей, целого и второй части взаимодействия. **Точка равенства двух сил является чрезвычайно неблагоприятной в плане гармонии частей, целого и части.** Золотое сечение, в этой связи, выступает как константа кванта взаимодействия. Природа золотого сечения, на взгляд приверженцев ОТЦ, определяется структурой взаимодействия, которая реализуется в кванте взаимодействия.

Все объекты системного мира «обитают», движутся и изменяются сами, изменяют друг друга в пространственно-временном континууме (некой матрице пространства-времени). Таким образом, пространство и время выступают в качестве сред, где и возникают, и могут разрешаться противоречия. В этом случае они представляют собой ресурсы (ВПП), т.е. средства разрешения противоречий.

---

<sup>1</sup> В последние годы в российской науке наблюдается оживление в исследовании роли золотого сечения в разных областях науки и техники. Учеными убедительно показывается, что золотое сечение выступает как универсальная мировая константа. Однако природа золотого сечения до сих пор остается непознанной.

Способы разрешения (снятия) противоречий можно укрупнено подразделить на следующие три блока:

- 1) **разделения противоположных свойств в пространстве и во времени;**
- 2) **разделения противоположных свойств в структуре объекта (путем изменений самой системы в целом и путем ее свертывания – перехода в подсистему);**
- 3) **обхода – путем системных переходов в надсистеме (путем перехода в надсистему, путем отказа от данной системы и перехода к альтернативной системе и путем перехода к антисистеме).**

Каждый блок способов разрешения противоречий содержит приемы разрешения противоречий, речь о которых пойдет ниже.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Поясните, в чем состоит смысл формулировки технического противоречия (ТП)? Что мы обнаруживаем в системе, формулируя ТП?
2. В чем суть физического противоречия (ФП)?
3. Отобразите модель-шаблон противоречия и поясните, как противоречие связано с движением, активностью систем?
4. Какова связь между разрешением противоречий и циклической жизнью всех систем?
5. Назовите укрупненные блоки способов разрешения противоречий.

## **2.8. Понятие ресурсов и алгоритм их поиска при решении задач**

**Ресурсами** в ТРИЗ называют средства разрешения противоречий. Разрешение (снятие) противоречий может осуществляться только за счет ресурсов. Тот или иной способ разрешения противоречий реализуется, «прокладывает себе путь» в зависимости от наличия тех или иных ресурсов в конкретной рассматриваемой ситуации (задаче). Так, например, не сможет разрешиться противоречие путем разделения противоположных свойств во времени или в пространстве, а также переходом системы в надсистему, если для этого нет временного или пространственного ресурса, а также возможности войти в новую систему в качестве части (подсистемы).

Классификацию ресурсов и алгоритм их выбора при решении задач можно проиллюстрировать следующим образом (рис. 13).

В ТРИЗ обобщенно все ресурсы часто обозначают аббревиатурой ВПР, которая «расшифровывается» как «вещественно-полевые ресурсы». Однако в состав ресурсов входят не только вещества, поля (энергии), но и чрезвычайно значимые в настоящее время информационные ресурсы, пространство, время<sup>1</sup>, функцио-

---

<sup>1</sup> Достаточно вспомнить знаменитую мысль К. Маркса о том, что всякая экономия в конечном счете сводится к экономии времени.

нальные возможности систем в виде возможности реализации системой дополнительных функций (функциональный ресурс), нереализованный системный потенциал в виде свойств системы (системный ресурс), ресурс геометрических форм систем и их частей.

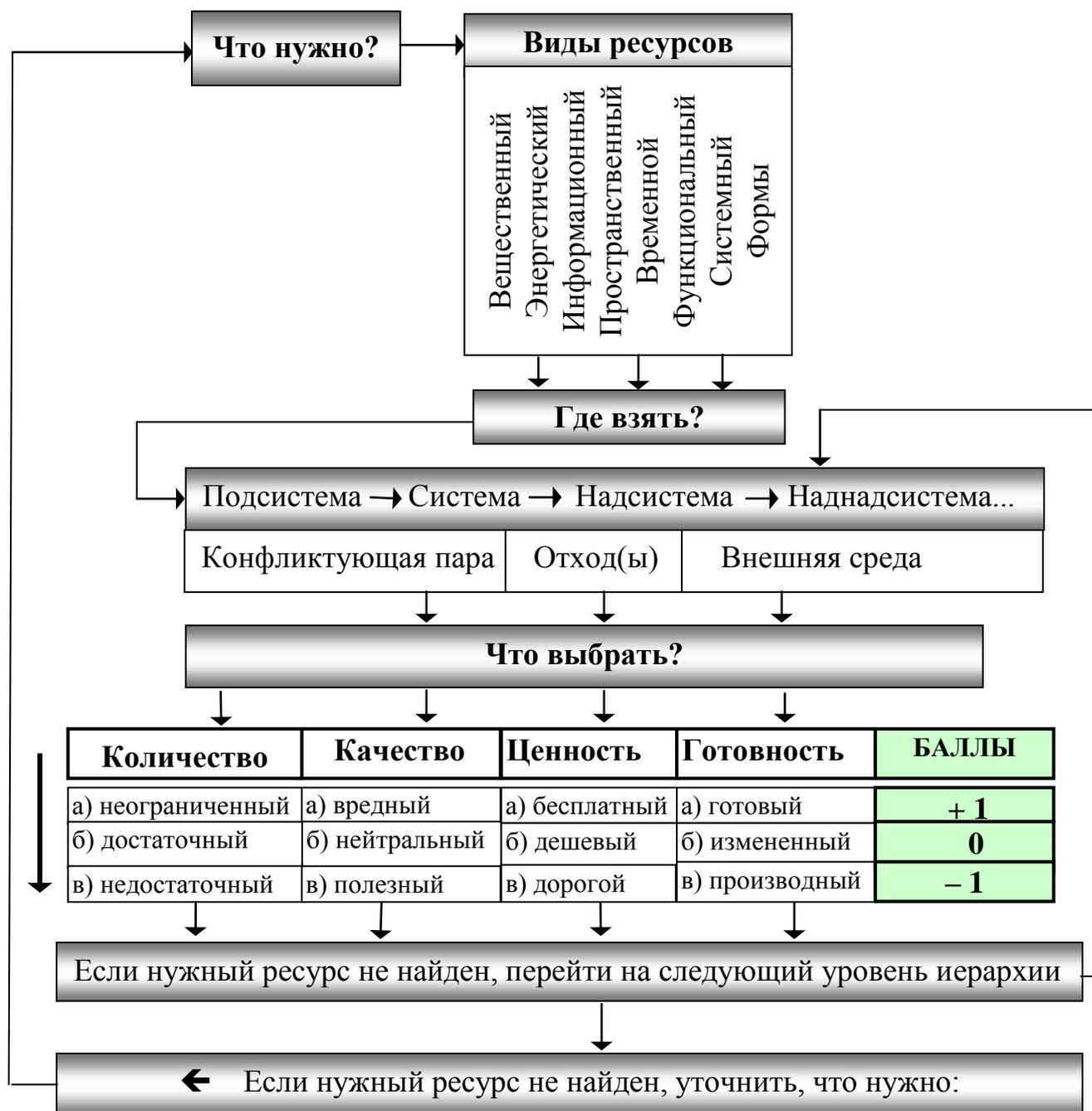


Рис. 13. Алгоритм поиска ресурсов при решении задач

Как видно из рис. 13, в качестве признаков классификации ресурсов используются следующие:

- 1) Вид ресурса (вещественный, энергетический, информационный, пространственный, временной, функциональный, системный, формы);
- 2) Степень его готовности к применению (готовый, производный);

- 3) Место поиска (нахождения) ресурса (подсистема, система, надсистема, наднадсистема...или конфликтующая пара<sup>1</sup>, отходы данной или других систем, а затем окружающая (внешняя) среда);
- 4) Качественная оценка ресурса (вредный, нейтральный, полезный);
- 5) Количественная оценка ресурса (неограниченный, достаточный, недостаточный);
- 6) Оценка ресурса по ценности (бесплатный, дешевый, дорогой).

Стрелкой на рис. 13 показана убывание предпочтительности задействования ресурсов в количественно-качественном и ценностном отношениях.

Таким образом, поиск ресурсов при решении задач (анализе ситуаций) ведется с оценкой **количества, качества, ценности и готовности того или иного ресурса к использованию**, причем ряд предпочтения определяется цепочкой **а)→б)→в) с балльной оценкой +1, 0, -1.**

«Путеводной» звездой при выборе ресурсов, как и во всей ТРИЗ, безусловно, является идеальность решения. Нужно стремиться к тому, чтобы решить задачу, не задействуя вообще ничего, т.е. никакие ресурсы. Стремясь к идеальным решениям, в первую очередь, следует обращать внимание на ресурсы, которые набирают наибольшее количество баллов.

В целом же алгоритм поиска ресурсов предполагает реализацию ряда циклических процедур уточнения необходимых для решения задач ресурсов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что понимается под ресурсами в ТРИЗ и почему для этого используется аббревиатура ВПР?
2. Назовите ключевые признаки классификации ресурсов.
3. Как «работает» алгоритм поиска ресурсов при решении задач и как осуществляется выбор предпочтений при оценке ресурсов в количественном и качественном отношениях, а также по ценности и готовности к использованию?

## **2.9. Приемы разрешения технических противоречий как инструмент ТРИЗ**

Статистический анализ технических задач позволил выявить в процессе разработки инструментария ТРИЗ типичные технические противоречия и приемы их устранения. В результате детального анализа более 40 тыс. отобранных изобретений высокого уровня было выявлено 40 основных (наиболее сильных) приемов разрешения технических противоречий (табл. 10).

---

<sup>1</sup> В конфликтующей паре элементов, кстати, предпочтительнее сначала задействовать ресурсы активного элемента взаимодействия («инструмента»), а лишь затем ресурсы «обрабатываемого» элемента (в терминах ТРИЗ – «изделия»)

## Приемы разрешения технических противоречий

№	Прием	Краткая характеристика
1	2	3
1	ДРОБЛЕНИЯ	Разделить на части; сделать разборной; увеличить степень дробления
2	ВЫНЕСЕНИЯ	Отделить мешающую часть (свойство) или единственно полезную часть (свойство)
3	МЕСТНОГО КАЧЕСТВА	Перейти к неоднородной структуре; разные части должны иметь разные функции; для каждой части создать благоприятные условия
4	АСИММЕТРИИ	Перейти к асимметричной форме; увеличить степень асимметрии
5	ОБЪЕДИНЕНИЯ	Объединить однородные объекты и/или предназначенные для смежных операций
6	УНИВЕРСАЛЬНОСТИ	Один объект должен выполнять несколько разных функций
7	МАТРЕШКИ	Один объект размещается внутри другого и т.д.; один объект проходит через полости другого
8	АНТИВЕСА	Компенсировать вес объекта, соединив его с другим обладающим подъемной силой; компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (аэро и гидродинамические силы)
9	ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНТИДЕЙСТВИЯ	Заранее придать объекту напряжения, противоположные рабочим; заранее совершить противоположное действие
10	ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ	Заранее выполнить требуемое действие; заранее расставить объекты в нужном месте
11	«ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ»	Компенсировать невысокую надежность заранее подготовленными аварийными средствами
12	ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ	Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект
13	«НАОБОРОТ»	Осуществить обратное действие; сделать движущую часть неподвижной, а неподвижную – движущейся
14	СФЕРОИДАЛЬНОСТИ	Перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских к сферическим от несферических объемных – к шаровым; использовать ролики, спирали. Перейти от прямолинейного движения к вращательному; использовать центробежную силу
15	ДИНАМИЧНОСТИ	Характеристики объекта должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе; разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга. Сделать объект подвижным; изменить степень подвижности
16	ЧАСТИЧНОГО ИЛИ ИЗБЫТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ	Если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить чуть больше или чуть меньше
17	ПЕРЕХОД В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ	Трудности, связанные с движением или размещением объекта на линии или плоскости устраняются при переходе к плоскости или объему соответственно

1	2	3
18	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ	Привести объект в колебательное движение; увеличить частоту колебаний; использовать резонансную частоту; перейти от механических вибраторов к пьезоэлектрическим; использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями
19	ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ	Перейти от непрерывного действия к периодическому; изменить периодичность; использовать паузы для другого действия
20	НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ	Вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой); устранить холостые и промежуточные ходы
21	ПРОСКОКА	Вести процесс или отдельные его этапы (вредные или опасные) на большой скорости
22	«ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ»	Использовать вредные факторы для получения положительного эффекта; устранить вредный фактор сложением его с другим вредным фактором; усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным
23	ОБРАТНОЙ СВЯЗИ	Ввести обратную связь; если она есть, изменить её
24	«ПОСРЕДНИКА»	Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие; на время присоединить к объекту другой легко устранимый объект
25	САМООБСЛУЖИВАНИЯ	Объект должен сам себя обслуживать, выполнять вспомогательные операции; использовать отходы (вещества, энергии)
26	КОПИРОВАНИЯ	Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего неудобного, хрупкого объекта использовать его упрощенные, дешевые копии; заменить объект или систему объектов их оптическими копиями, использовать изменение масштаба; перейти к невидимым оптическим копиям
27	ДЕШЁВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ	Заменить дорогой объект набором дешёвых объектов, поступившись при этом некоторым качеством (например, долговечностью); использовать одноразовые объекты
28	ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ	Заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»; использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля; перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени от неструктурных к имеющим структуру; использовать поля в сочетании с взаимодействующими с ними частицами
29	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМО- И ГИДРО-КОНСТРУКЦИЙ	Вместо твердых частиц использовать газообразные и жидкие; надувные и гидронаполненные, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные системы
30	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ТОНКИХ ПЛЕНОК	Использовать гибкие оболочки и тонкие пленки; изолировать объект от внешней среды гибкими оболочками или тонкими пленками
31	ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	Выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и т.п.)

1	2	3
32	ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ	Изменить окраску объекта или внешней среды; изменить степень прозрачности объекта или внешней среды
33	ОДНОРОДНОСТИ	Взаимодействующие объекта должны быть сделаны из одного материала
34	ОТБРОСА И РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ	Выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть удалена из объекта или видоизменена непосредственно в ходе работы; расходующиеся части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы
35	ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА	Изменить агрегатное состояние объекта; изменить концентрацию или консистенцию среды; изменить степень гибкости; изменить энергетическое состояние объекта (температуру)
36	ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ	Использовать явления, возникающие при фазовых переходах первого рода (плавлении и затвердевании, кипении и конденсации) и второго рода (прохождение системы через критическую точку, переходы: «парамагнетик-ферромагнетик» и «парамагнетик-антиферромагнетик»; металлов и сплавов в состояние сверхпроводимости; жидкого гелия в сверхтекучее состояние; аморфных материалов в стеклообразное состояние)
37	ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ	Использовать тепловое расширение (или сжатие) материалов; использовать несколько материалов с разными коэффициентами расширения
38	ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ	Заменить обычный воздух обогащенным; обогащенный – кислородом; воздействовать на воздух или кислород ионизирующим излучением; использовать озон
39	ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ	Заменить обычную среду инертной; вести процесс в вакууме
40	ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	Перейти от однородных материалов к композиционным

Как известно, в мире технических систем существует огромное число самых различных параметров<sup>1</sup>. В ходе работы над созданием системы разрешения технических противоречий в рамках ТРИЗ возникла необходимость выявления обобщенных параметров систем. Г.С. Альтшуллером было отобрано 39 универсальных параметров (табл. 11), которые изменяются (можно изменять) при решении задач.

<sup>1</sup> Параметр (от древнегреч. – «соразмеряю») – величина, значения которой служат для различения элементов некоторого множества между собой. Параметр (англ. parameter) – определение переменной, которую можно изменять, передавать и возвращать. Параметр может включать в себя имя, тип и направление. Используется для операции, сообщений, событий и шаблонов. Параметры бывают качественные и количественные (в последних используются разные шкалы).

На основе использования этих параметров была построена таблица выбора приемов устранения технических противоречий (табл. 12). Она имеет размерность 39x39, в её строчках и столбцах даны эти 39 универсальных параметров систем.

Таблица 11

### Универсальные параметры систем

№	Параметр	№	Параметр
1	Вес подвижного объекта	21	Мощность
2	Вес неподвижного объекта	22	Потери энергии
3	Длина подвижного объекта	23	Потери вещества
4	Длина неподвижного объекта	24	Потери информации
5	Площадь подвижного объекта	25	Потери времени
6	Площадь неподвижного объекта	26	Количество вещества
7	Объем подвижного объекта	27	Надежность
8	Объем неподвижного объекта	28	Точность измерения
9	Скорость	29	Точность изготовления
10	Сила	30	Вредные факторы, действующие на объект
11	Напряжение, давление	31	Вредные факторы самого объекта
12	Форма	32	Удобство изготовления
13	Устойчивость состава объекта	33	Удобство эксплуатации
14	Прочность	34	Удобство ремонта
15	Время действия подвижного объекта	35	Адаптация, универсальность
16	Время действия неподвижного объекта	36	Сложность устройства
17	Температура	37	Сложность контроля и измерения
18	Освещенность	38	Степень автоматизации
19	Затраты энергии подвижным объектом	39	Производительность
20	Затраты энергии неподвиж. объектом		

Таблица 12

### Фрагмент таблицы выбора приемов устранения технических противоречий

		1	2	3				38	39	40
Что ухудшается при изменении		Вес подвижного объекта	Вес неподвижного объекта	Длина подвижного объекта				Степень автоматизации	Производительность	
Что нужно изменить по условиям задачи										
1	Вес подвижного объекта			15,8 29,34				26,35 18,19	35,3 24,37	1
2	Вес неподвижного объекта							2,26 35	1,28 15,35	2
3	Длина подвижного объекта	8,15 29,34						17,24 26,16	14,4 28,29	3
39	Производительность	35,26 24,37	28,27 15,3	18,4 28,38				5,12 35,26		39
40		1	2	3				38	39	40

При решении задач с помощью таблицы разрешения технических противоречий решатель прежде всего определяет, что ему нужно изменить по условиям задачи. В нашем случае это, например, параметр веса неподвижного объекта (см. табл. 12).

Затем решатель выявляет параметр (или параметры) системы, которые ухудшаются при данном изменении. Для нашего случая это будет параметр степени автоматизации (см. стрелки в табл. 12).

В результате выполненных действий попадаем в клетку на пересечении строки 2 и столбца 38, где обнаруживаем набор цифр: 2, 26, 35. Это номера приемов разрешения противоречий, приведенных выше в табл. 10: «вынесения» (2), «копирования» (26) и «изменение физико-химических параметров объекта» (35).

Таким образом, решатель получает методическую подсказку, что для решения его задачи следует использовать данную систему приемов. Для этого решатель вчитывается в их суть, а также смотрит иллюстрации применения этих приемов в разных областях техники и человеческой деятельности (в ТРИЗ для этих целей наработан информационный фонд патентов-аналогов).

Так, например, при обращении к информационному фонду ТРИЗ решатель получает следующую информацию<sup>1</sup>:

**Прием 2 – прием «Вынесение».** Отделить от объекта «мешающую» часть («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

**Пример 1.** Авторское свидетельство СССР № 153533. Устройство для защиты от рентгеновских лучей, отличающееся тем, что с целью защиты от ионизирующего излучения головы, плечевого пояса, позвоночника, спинного мозга и гонад пациента при флюорографии, например, грудной клетки оно снабжено защитными барьерами и вертикальным, соответствующим позвоночнику стержнем, изготовленным из материала, не пропускающего рентгеновские лучи.

Целесообразность этой идеи очевидна. Изобретение выделяет наиболее вредную часть потока и блокирует ее. Заявка подана ещё в 1962 году; между тем это простое и нужное изобретение могло быть сделано значительно раньше.

**Пример 2.** Столкновение самолетов с птицами вызывают иногда тяжелые катастрофы. В США запатентованы самые различные способы отпугивания птиц от аэродромов (механические чучела, распыление нафталина и т.д.). Наилучшим оказалось громкое воспроизведение крика перепуганных птиц, записанное на магнитофонную ленту. Отделить птичий крик от птиц – решение конечно, необычное, но характерное для принципа вынесения.

**Прием 26 – прием «Копирование».** Суть приема: а) вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии; б) заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями); использовать при этом изменение масштаба

---

<sup>1</sup> Здесь нами для обеспечения компактности пособия опущено несколько фигур, иллюстрирующих запатентованные решения.

(увеличить или уменьшить копии); в) если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым.

**Пример 1.** Авторское свидетельство СССР № 86560. Наглядное учебное пособие по геодезии, выполненное в виде написанного на плоскости художественного панно, отличающееся тем, что с целью последующей геодезической съемки с панно изображения местности оно выполнено по данным тахеометрической съемки и в характерных точках местности снабжено миниатюрными геодезическими рейками.

**Пример 2.** Иногда необходимо (для измерения или контроля) совместить два объекта, которые физически совместить невозможно. В этих случаях целесообразно применять оптические копии. Так была, например, решена задача пространственных измерений на рентгеновских снимках. Обычный рентгеновский снимок не позволяет определить, на каком расстоянии от поверхности тела находится очаг заболевания. Стереоскопические снимки дают объемное изображение, но и в этом случае измерения приходится вести на глаз: ведь внутри тела нет масштабной линейки! Нужно, таким образом, «совместить несовместимое»: тело человека, подвергнутого просвечиванию, и масштабную линейку.

Новосибирский изобретатель Ф.И. Аксенов решил эту задачу, применив метод оптического совмещения. По способу Ф.И. Аксенова стереоскопические рентгеновские снимки совмещаются со стереоскопическими же снимками решетчатого куба. Рассматривая в стереоскоп совмещенные снимки, врач видит «внутри» больного решетчатый куб, играющий роль пространственного масштаба.

**Пример 3.** Вообще, во многих случаях выгоднее оперировать не с объектами, а с их оптическими копиями. Например, канадская фирма «Крютер Палп» пользуется специальной фотоустановкой для обмера бревен, перевозимых на железнодорожных платформах. По данным фирмы, фотографический обмер балансов раз в 50–60 быстрее ручного, отклонение же результатов фотообмера от данных точного подсчета не превышает 1–2%.

**Пример 4.** По авторскому свидетельству СССР № 180829 предложен новый способ контроля поверхности внутренних полостей сферических деталей. В деталь наливают малоотражающую жидкость и, последовательно меняя ее уровень, производят фотографирование на один и тот же кадр цветной пленки. На снимке получаются концентрические окружности. Сравнивая после увеличения (в проекционной системе) полученные этим способом линии с теоретическими линиями чертежа, с большой точностью определяют величину отклонения формы детали.

**Прием 35 – «Изменение физико-химических параметров объекта».** Суть: а) изменить агрегатное состояние объекта; б) изменить концентрацию или консистенцию; в) изменить степень гибкости; г) изменить температуру.

**Пример 1.** Авторское свидетельство СССР № 265068. Способ проведения массообменных процессов в системе «газ – вязкая жидкость», отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса вязкую жидкость перед подачей в аппарат предварительно газифицируют.

**Пример 2.** Авторское свидетельство СССР № 222781. Дозатор сыпучих материалов, например, минеральных удобрений и ядохимикатов, выполненный в виде

шнека, заключенного в кожух с выходным отверстием, отличающийся тем, что с целью возможности регулирования шага винтовая поверхность шнека выполнена из эластичного материала с пружинной спиралью на внутренней и наружной сторонах (рис. 14).

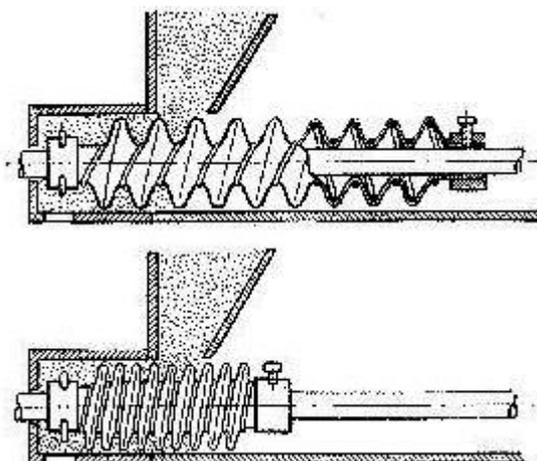


Рис. 14. Дозатор сыпучих материалов, позволяющий регулировать шаг шнека

В результате просмотра информационного фонда у решателя постепенно складывается так называемый **«портрет» решения задачи**. После этого остается проанализировать имеющиеся для этого вещественно-полевые ресурсы (ВПР). При этом мощную эвристическую поддержку решению обеспечивает ориентация решателя на идеальный конечный результат (ИКР).

При изучении ТРИЗ студентами нетехнических специальностей, на наш взгляд, очень полезна иллюстрация «работы» приемов разрешения противоречий в самых различных сферах человеческой деятельности.

Для этих целей в таблице 13 нами приведены примеры действия приемов, раскрывающих три блока способов разрешения противоречий, сформулированных выше в конце раздела 2.6. Они даны на примерах экономико-управленческой и юридической областей.

Таблица 13

Способы разрешения противоречий в нетехнических областях

№	Прием	Сущность приема	Примеры
<b>1. Способ разрешения противоречия путем разделения противоположных свойств:</b>			
<b>1.1. в пространстве</b>			
1	2	3	4
1.1.1.	Деления	Система делится на множество независимых частей с противоположными свойствами	Бюджет страны с его доходной и расходной частями. Создание служб собственной внутренней безопасности в МВД (для «присмотра» за потенциальными нарушителями и мздоимцами)

1	2	3	4
1.1.2.	Вынесения	Отделить от объекта «мешающую» часть (свойство)	Вынесение вредных производств за пределы городов (или даже стран). Адресная помощь «отстающим» предпринимательским структурам в Дании. Это обеспечивает в государстве сохранение рабочих мест и налогооблагаемой базы (в противном случае при банкротстве нет ни того, ни другого)
1.1.3.	«Матрешки»	Один объект размещен внутри другого, тот – внутри третьего и т.д.	Отпускная цена предприятия (себестоимость + прибыль + акциз (по подакцизным товарам) + НДС) = оптовая цена (отпускная цена + наценки посреднических организаций) = розничная цена (оптовая цена + торговые наценки). Денежная «кукла» при мошенничестве
1.1.4.	Местного качества	Перейти от однородной структуры объекта к неоднородной. Разные части объекта должны иметь разные функции.	Бизнес: большой и малый (последний дает до 70–80% ВВП индустриально развитых стран). Многоукладность экономики. Различие организационно-правовых форм предприятий
1.1.5.	Асимметрии	Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной	Изменение пропорций статей бюджета (например, уменьшение дефицита)
1.1.6.	Перехода в другое измерение	Трудности движения (размещения) объекта по линии устраняются на плоскости (два измерения) или в объеме (три измерения). Переход к многоэтажной компоновке объекта. Использование обратной стороны площади	Финансовые пирамиды 90-х годов (С. Мавроди, «Властилина», «Хопер-Инвест») и проч.  Пирамиды ГКО и дефолт 1998 года.  Использование оборотной стороны бумаги для необходимых записей
1.1.7.	Копирования	Вместо недоступного, сложного, дорогого, неудобного объекта используются упрощенные или дешевые копии, модели	Моделирование во всех видах. Установка резиновых копий начальников в комнатах психологической разгрузки на японских предприятиях.
1.1.8.	Посредника	Использовать промежуточный объект-переносчик	Любое посредничество (например, торговое). Посредники на переговорах
1.1.9.	Использования гибких объектов	Вместо объемных объектов используют гибкие, тонкие объекты. Изолирование объектов от внешней среды с помощью гибких объектов	«Гибкие» цены, «гибкое» управление. «Тянущая» логистика – работа от потребности рынка

1	2	3	4
1.1.1.0.	Применения пористых (пустых) объектов	Выполнить объект пористым (пустым). Если объект пористый, наполнить поры каким-то веществом.	Безводные, безвоздушные, безлюдные технологии. Безбумажные технологии в делопроизводстве (документоведении). Незаполненное штатное расписание в организации
1.1.1.1	Сфероидальности	Перейти от прямолинейности к криволинейности, сферичности. Использовать ролики, шарики, спирали	Ротация менеджерских кадров по спирали на японских предприятиях – сначала работа на разных участках в пределах уровня, затем переход на более высокий уровень
<b>1.2. во времени</b>			
1.2.1.	Динамичности	Характеристики объекта должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы. Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга	Концентрация производства, диверсификация производства. Привлечение временных работников (сезонность)
1.2.2.	Отброса и регенерации частей	Выполнившая назначение, ставшая ненужной часть объекта отбрасывается или видоизменяется. Расходуемые части объекта должны восстанавливаться в ходе работы	Амортизация основных фондов. Воспроизводство рабочей силы. Сезонные работники
1.2.3.	Предварительного исполнения	Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или частично)	Сборочные заводы (сборка компьютеров – «желтая сборка» в Азии). Предварительная оплата чего-либо
1.2.4.	«Заранее подложенной подушки»	Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами	Страхование бизнеса. Залог в банке
1.2.5.	Периодического действия	Перейти от непрерывного действия к периодическому импульсному. Если действие периодически-изменить периодичность	Аннуитет – инвестиции, приносящие клиенту через регулярные промежутки времени определенную сумму денег
1.2.6.	Использование колебаний	Привести объект в колебательное движение. Если объект колеблется, изменить частоту.	Использование принципа академика АН СССР В.Н. Челомея («Чтобы система была устойчивой, её надо чаще трясти») для организации
1.2.7.	Проскока	Преодолевать вредные или опасные стадии процесса на большой скорости.	«Шоковая терапия» в экономике России

1	2	3	4
1.2.8.	Непрерывности полезного действия	Вести работу непрерывно, устранить холостые и промежуточные ходы.	Научная организация труда (НОТ), тейлоризм – потогонная система в менеджменте. «Смена работы есть отдых». Непрерывный (процессный) подход в менеджменте
1.2.9.	Использование объектов, изменяющих свойства во времени	Вместо неизменяемых объектов (частей) использовать объекты, изменяющие свои свойства во времени	Самолет с изменяемой в зависимости от режима полета геометрией крыла, корпуса и др. Управление проектами – изменяющийся состав временной рабочей группы (ВРГ)
1.2.10.	Частичного или избыточного решения	Если трудно получить 100 % требуемого эффекта, надо получить «чуть меньше» или «чуть больше». Задача при этом сильно упрощается	Адаптивные (рефлексивные) системы не могут быть сориентированы на 100% полноту исходной информации о поведении объекта управления и о возникающих при эксплуатации возмущениях. В процессе эксплуатации информация пополняется, и система совершенствуется
<b>2. Способ разрешения противоречия путем разделения противоположных свойств в структуре объекта:</b>			
<b>2.1. путем изменений самой системы в целом</b>			
2.1.1	Изменением объемных свойств (физико-химических параметров)	Изменить агрегатное состояние объекта, концентрацию или консистенцию, степень гибкости, температуру, объем	Применение гибких автоматизированных производств (ГАП). Изменение концентрации производства. Переход к виртуальному управлению
2.1.2	Применением фазовых переходов	Использовать явления, возникающие при фазовых переходах	Экономика переходного периода (квазисостояние), например, транзитивная экономика в России
2.1.3	Применение расширения (сжатия)	Использовать энергетическое расширение / сжатие объектов. Если расширение имеется, применить объекты с разными коэффициентами расширения	«Распухание» статей бюджета. Защищенность ряда статей бюджета
2.1.4	Замена схемы	Заменить применяемую схему работы объекта другой, более эффективной	Замена схем: управления (от иерархической к сетевой, от традиционного управления к проактивному); маркетинга (многоуровневый маркетинг – MLM)
2.1.5	Изменения окраски	Изменить окраску (степень прозрачности) объекта (внешней среды) Для наблюдения за плохо видимыми объектами использовать красящие объекты (метки).	«Прозрачность» бюджета. Изменение «окраски» депутатов Госдумы России («красно-коричневые»). Открытость общества. Размещение «жучков» для подслушивания

1	2	3	4
2.1.6	Применение активных объектов	Заменить обычные объекты на более активные	Инвестиции (финансовые, материальные (оборудование), интеллектуальные). Лизинг. Активизация дилерской сети
2.1.7	Применение пассивной среды	Заменить обычную среду нейтральной. Ввести в объект нейтральные (пассивные) части.	«Замораживание» программ. Антикризисные, стабилизационные программы
2.1.8	Обратной связи	Ввести обратную связь. Если обратная связь есть – изменить ее.	Переход от реактивного управления к упреждающему и проактивному
<b>2.2. путем перехода в подсистему</b>			
2.2.1	Дробления	Разделить объект на независимые части, выполнить объект разборным, увеличить степень его дробления	Внутрифирменное предпринимательство – интрапренерство
1	2	3	4
2.2.2	Применение композиционных материалов	Перейти от однородных материалов к неоднородным (композиционным)	Разнообразие организационно-правовых форм предприятий. Многоукладность экономик
2.2.3	Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности	Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).	Все одноразовое (посуда, белье...)
<b>3. Способ разрешения противоречия путем системных переходов в надсистеме</b>			
<b>3.1. путем перехода в надсистему</b>			
3.1.1.	Объединения	Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.	Слияние предприятий, компаний вообще (мэрджер). Слияние автомобильных концернов в частности
3.1.2.	«Обратить вред в пользу»	Использовать вредные эффекты для получения положительного эффекта. Устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором. Усилить вредный фактор настолько, чтобы он перестал быть вредным.	Использование результатов скачка доллара США по отношению к рублю после 17 августа 1998 года российскими производителями
3.1.3.	Однородности	Объекты, взаимодействующие с данным должны быть однородными (сделаны из того же материала)	«Клин клином вышибают». Совместимость компьютеров

1	2	3	4
3.1.4.	Эквипотенциальности	Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект	Максимальное приближение предприятий переработки к месту добычи сырья. Давняя и пока не реализованная идея подземной газификации углей
3.2. путем отказа от системы и перехода к альтернативной системе			
3.2.1.	Самообслуживания	Объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции. Использовать отходы (вещества, энергии)	Самообслуживание в торговле (магазины самообслуживания)
3.2.2.	Универсальности	Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах	Многопродуктовость современных корпораций (выпуск автомобилей, судов, бытовой техники, аудиовидеотехники на японских, южнокорейских предприятиях)
3.3. путем перехода к антисистеме			
3.3.1.	«Наоборот»	Вместо действия осуществить обратное действие. Сделать движущую часть объекта неподвижной, а неподвижную – движущейся. Перевернуть объект «вверх ногами»	Размещение роботизированных металлообрабатывающих станков в Японии на потолке – уборка стружки обеспечивается силой гравитации, а с пола (под станками) сильно облегчается
3.3.2.	Антивеса	Компенсировать вес объекта соединением с другим объектом, обладающим подъемной силой.	Соединение предприятия, испытывающего трудности в обновлении производства («лежащее на боку»), с банком (или другой кредитной организацией) – создание финансово-промышленной группы
3.3.3.	Предварительного антидействия	Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным изменениям	«Обучающаяся организация». Обучение персонала технологиям творческого решения задач на хорошо работающем предприятии (не дожидаясь наступления ухудшения)

### Вопросы для самопроверки

1. Перечислите приемы разрешения ТП и раскройте их сущность.
2. Назовите основные параметры из списка 39 универсальных параметров систем, отобранных Г.С. Альтшуллером.
3. Расскажите, как устроена таблица выбора приемов устранения ТП и поясните, как ведется работа с ней. Поясните, что такое «портрет» решения.
4. Приведите примеры использования приемов устранения ТП из нетехнических областей.

## 2.10. Понятие о веполе как символической модели взаимодействия в системе. Вепольный анализ систем как инструмент ТРИЗ

Моделирование, как замена реальных систем идеализированными системами – один из самых эффективных методов познания. Операции, которые сложно (невозможно) провести с реальными системами, проводят с моделями, а полученные результаты передают с соблюдением условий подобия на реальные системы.

В ТРИЗ для поиска новых решений используются различные модели, отражающие основные свойства и закономерности развития технических систем. В частности, построением, исследованием и преобразованием структурных моделей занимается раздел ТРИЗ, получивший название **вепольный анализ** (**веполь** образован от слов **вещество** и **поле**)<sup>1</sup>. Веполь – это модель взаимодействия, состоящая из трех компонентов, два из которых относятся к одному виду существования материя (веществу или полю), а третий к другому. При этом именно третий элемент осуществляет взаимодействие между двумя первыми (табл. 14).

Таблица 14

Виды взаимодействий в системах

Тип компонента	Вещественный		Полевой	
Вещественный	В1	В2	В	П
Полевой	П	В	П1	П2
Компонент в веполе				
Вид компонента	Активность компонента			
	Активный		Пассивный	
Вещественный	Инструмент		Изделие	
Полевой	Инструмент		Изделие	
Состояние компонента в веполе				
Активный компонент	Пассивный компонент			
	В		П	
В →	Нет связи		Излучает	
			Поглощает	
			Изменяет	
П →	Изменяет		Нет связи	
	Излучает?			
	Поглощает? <sup>2</sup>			

Нетрудно заметить, что веполь – **минимальная модель технической системы**: он включает изделие (пассивный, обрабатываемый компонент), инструмент (активный компонент) и энергию (поле), необходимую для воздействия инструмента

<sup>1</sup> См. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979. – 175 с.

<sup>2</sup> Эти вопросы – для размышления. Поле не может излучать или поглощать вещество на макроуровне, но на микроуровне вакуум излучает фотоны! (следовательно может?). Эти вопросы обозначают границу известного и даны для размышлений о наших знаниях и их относительности.

на изделие (табл. 15). При этом модель сложной системы (технической, социальной, концептуальной) всегда можно свести к совокупности веполей.

Таблица 15

Вещественный компонент в веполе

Агрегатное состояние		Пример	Обозначение
Твердое	Цельное твердое	Стальной брус	T
	Дискретное	Куски, штуки	Tm
	Пластичное	Резина	Tп
	Сыпучее	Песок, зерно	Tс
	Аморфное	Стекло	Ta
Жидкое		Вода, нефть	Ж
Газообразное		Воздух, пар	Г
Плазменное		Водородная	Пл
Переходные		Твердое - жидкое	T-Ж, T-Г, ...
Магнитные свойства			
Диамагнетики		Германий, кремний, вода, соль... С магнитным полем не взаимодействуют	д
Ферромагнетики		Железо, кобальт, никель и их сплавы. Имеют намагниченность без поля	ф
Антиферромагнетики		Твердый водород, хром... Отсутствие спонтанной намагниченности	аф
Ферримагнетики		Оксиды, ферриты – обладают самопроизвольной намагниченностью	фр
Магниты		Сплавы, излучающие магнитное поле	м

Таблица 16

Пространственно-временная структура вещественного компонента в веполе

Структура	Пример	Обозначение
Пространственная		
Однородное	Чистое, без примесей	
Комплексное (смесь)	Смесь нескольких веществ, случайно распределенных	 (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , ..., B <sub>n</sub> )
Комплексное (сплавы, соединения)	Структурированное в пространстве	 (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , ..., B <sub>n</sub> )
Временная		
Постоянная	Длительно не меняется	
Переменная	Меняется от действия внешних факторов	
Переменная	Структурированное во времени	

Есть система записи вещественного компонента (рис. 15). Номер вещества в модели и его магнитные свойства записывают в виде нижних индексов через запятую, его агрегатное состояние – в виде верхнего индекса. Символы структуры вещества в пространстве-времени даются над буквой «В», обозначающей описываемый вещественный компонент (см. экспликацию на рис. 15).

Так, например,  $\vec{B}_{2\phi}$  – это вещественный второй компонент, находящийся в твердом состоянии. Ферромагнетик имеет переменную структуру в пространстве и постоянную во времени.



Рис. 15. Вид записи вещественного компонента в вепольном анализе

Ниже в табл. 17 и 18, а также на рис. 16 даны сведения о полевом компоненте, используемые для наполнения символа в ходе вепольного анализа.

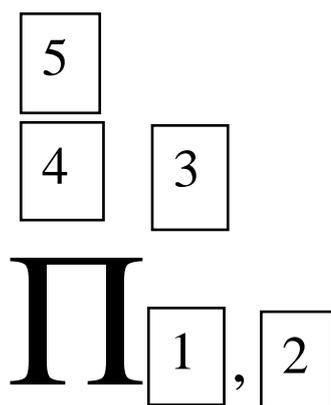
Таблица 17

Полевой компонент в веполе

Вид поля		Подвид поля				
Механическое	Пространственное – Пр	Размеров, объема				
	Гравитационное – Гр	Притяжения			Отталкивания?	
	Контактное – Мк	Тянуть, растягивать – Мк-			Толкать, давить, сжимать – Мк+	
	Гидравлическое – Мг	Статическое			Динамическое	
		Давить – Мг+	Выталкивать – Мг-	Перемещать – Мг+	Вибрировать – Мг+/-	
	Пневматическое – Мп	Давить Мп+	Выталкивать – Мп-	Перемещать – Мп+	Вибрировать – Мп+/-	
Акустическое – Ма	Инфразвуковое – Маи	Ультразвуковое – Мау			Диапазон: Ма «от-до»	
Температурное – Т	Нагрев –Т+			Охлаждение – Т-		
Химическое – Х	Соединения – Х+			Разложения – Х-		
Электрическое – Э	Постоянное	Переменное		Корона	Электр. ток	
Магнитное – М	Постоянное			Переменное		
Электромагнитное – ЭМ	СВЧ	ВЧ	Радиодиапазон	УФ	Оп	ИК
Рентгеновское – Рг	Уровень излучения (в ед.)					
Радиоактивное – Рд	Уровень излучения (в ед.)					
Примечание: знак «+» и «-» после символа поля обозначает различные подвиды полей, как правило «+» – обозначает введение энергии, притяжение или структурирование объекта, «-» – отбор энергии, отталкивание или разрушение объекта. Для символов, значение которых находится в некотором диапазоне, указывается этот диапазон значений или конкретное значение. Например ЭМ <sub>(4000-7000А)</sub> – диапазон длин волн видимого света заключен между 4 000 А (фиолетовый цвет) и 7 000 А (красный цвет) или Рг <sub>(0,1-100А)</sub> – для волн лучей Рентгена						

Пространственно-временная структура полевого компонента в веполе

Вид поля	Пример	Обозначение
Пространственная		
Линейное	Линейное направленное распространение	→
Круговое	Направлено в центр или из него со всех сторон	⊙
Постоянное	Неизменное в пределах взаимодействия	
Переменное	Изменяющееся в пределах взаимодействия	~
Структурированное	Имеющее различные, постоянные значения в пространстве	⌋
Временная		
Постоянная	Неизменная в течении взаимодействия	
Переменная	Меняется в течении взаимодействия	~
Структурированное	Имеет определенную структуру во времени	⌋



Экспликация	
Место	Значение
	Наименование поля
1	Номер поля
2	Преобразуемый в системе параметр
3	Структура поля в пространстве
4	Структура поля во времени
5	

Рис. 16. Вид записи полевого компонента в вепольном анализе

Так, например,  $\overset{\sim}{L}\Pi_{1M}$  – это первый полевой элемент в веполе; поле магнитное переменное в пространстве и постоянное во времени, перемещающее (L) в системе другой элемент.

В графическом виде простые веполы выглядят следующим образом (рис. 17):

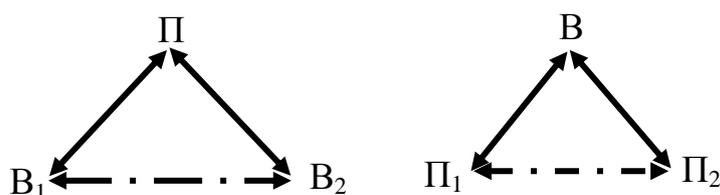


Рис. 17. Вид простых веполей

Так называемый «измерительный» веполь выглядит немного иначе (рис. 18).

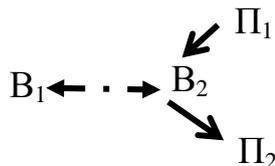


Рис. 18. Вид измерительного веполя

Здесь вещество  $V_2$  выполняет функцию преобразования поля  $\Pi_1$  в поле  $\Pi_2$ . Измерительные веполи используются для получения информации о свойствах веществ  $V_2$  и/или  $V_1$ . Поле на выходе веполя  $\Pi_2$  несет в своей структуре информацию о веществах.

В веполях на обнаружение к веществу  $V_1$  (плохо обнаруживаемому) присоединяется легко обнаруживаемое вещество  $V_2$  и таким образом мы получаем информацию о наличии вещества  $V_1$ .

Вещество в ходе вепольного анализа принято записывать в вепольных формулах в строчку, поле на входе – над строчкой, поле на выходе – под строчкой. Веполь обозначают также (без конкретизации) в виде треугольника, если нет необходимости в его конкретизации.

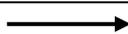
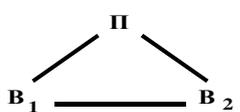
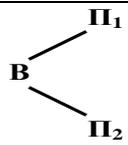
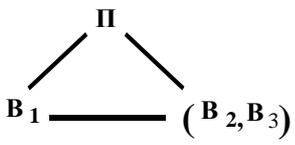
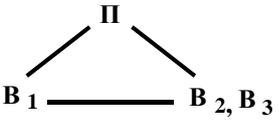
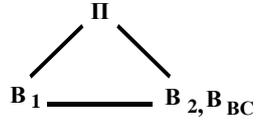
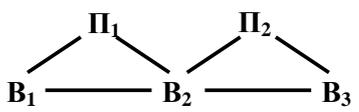
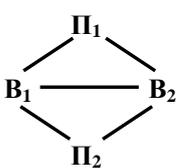
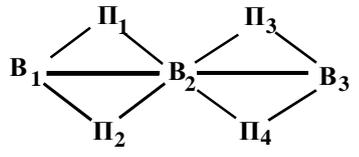
Цель вепольного анализа – анализ взаимодействия между элементами (системы или системы и надсистемы) с целью определения возможности его отнесения к одной из типовых моделей взаимодействия, имеющей типовое решение.

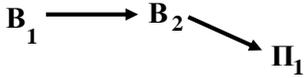
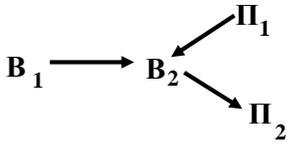
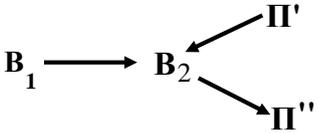
В табл. 19 даны общепризнанные обозначения, применяемые в этом анализе.

Таблица 19

Основные обозначения вепольного анализа

Обозначения	Назначение
1	2
1. В	Вещество (объект или система; часть – подсистема; отдельный элемент системы; материал, из которого состоит элемент; составляющие материала)
2. П	Поле (взаимодействие веществ, представляющее собой энергию или информацию)
3. $V_1, 2, \dots, V_n$	Вещества, имеющие качественные отличия
4. $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$	Поля качественно отличающиеся друг от друга
5. $V', V''$	Видоизменение вещества
6. $\Pi', \Pi''$	Видоизменение поля
7. $pV$	Совокупность одинаковых веществ – поливещества
8. $mV$	Совокупность частичек вещества на микроуровне – микровещество
9. $V_f, V_l$	Конкретный вид вещества (ферромагнит, люминофор)
10. $\Pi_{\text{мех}}, \Pi_{\text{маг}}$	Конкретный вид поля (механическое, магнитное)
11. 	Связь между веществами и полем или двумя веществами (общее обозначение, полезная достаточная, полезная неполная)
12. - - - - .	Неэффективная связь
13. 	Вредная связь

1	2	
14. 	Направление воздействия	
15. 	Направление неэффективного (недостаточного) воздействия	
16. 	Направление вредного воздействия	
17. 	Взаимодействие	
18. 	Неэффективное взаимодействие	
19. 	вредное взаимодействие	
20. П —	поле на входе (обычно записывается над веществом – В)	
21. — П	поле на выходе (обычно записывается под веществом – В)	
22. В <sub>1</sub> ; П <sub>1</sub> ; В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> ; П <sub>1</sub> , П <sub>2</sub>	Виды неволевых систем	
23. 	Условное обозначение веполя	
24. Виды конкретных веполей		
простой веполь	преобразователь поля, измерительный веполь	
24.1. 	24.2. 	
24.3 – 24.5. Комплексные веполи		
внутренний комплексный веполь (в нем «внутренний» характер отображается помещением <b>В2</b> и <b>В3</b> в скобки)	внешний комплексный веполь (здесь <b>В2</b> и <b>В3</b> не заключены в скобки)	комплексный веполь на внешней среде
24.3. 	24.4. 	24.5. 
24.6 – 24.7. Сложные веполи		
цепной веполь	двойной веполь	смешанный веполь (цепной веполь из двойных веполей)
24.6. 	24.7. 	2.8. 

1	2	
24.9 – 24.11. Измерительные веполь		
Вещество $V_2$ генерирует поле $\Pi_1$	$V_2$ преобразует поле $\Pi_1$ в $\Pi_2$	$V_2$ преобразует характеристики поля из $\Pi$ в $\Pi''$
24.9. 	24.10. 	24.11. 
25. 	Знак преобразования модели исходной системы в желательный веполь.	

Вообще, взаимодействие – это всеобщая форма связи тел или явлений, осуществляющаяся в их взаимном изменении. Точную характеристику взаимодействия дал Ф. Энгельс: «Взаимодействие – вот первое, что выступает перед нами, когда мы рассматриваем движущуюся материю в целом с точки зрения теперешнего естествознания. Мы наблюдаем ряд форм движения: механическое движение, теплоту, свет, электричество, магнетизм, химическое соединение и разложение, переходы агрегатных состояний, органическую жизнь, которые все – если исключить пока органическую жизнь – переходят друг в друга, обуславливают взаимно друг друга, являясь здесь причиной, там действием...»<sup>1</sup>.

При записи условия задачи в вепольной форме отбрасывается все несущественное, выделяется её суть (путем построения модели задачи), а именно: что дано (поля, вещества, действия), что надо изменить или ввести.

Вепольная запись позволяет выявлять причины возникновения задачи, т.е. «болезни» технической системы, например, неполноту, недостроенность веполя. Поэтому вепольный анализ не только дает удобную символику для записи изобретательских «реакций», но и служит инструментом проникновения в глубинную суть задачи и отыскания наиболее эффективных путей преобразования технических систем.

Вепольное преобразование подсказывает решателю, что именно необходимо ввести в систему для решения задачи (вещество, поле, то и другое вместе), но не конкретизирует, какие именно. Для получения технического ответа нужно подобрать подходящие вещества и поля. При этом необходимо начинать перебор с полей, т.к. их существенно меньше, чем веществ. Перебирать поля удобнее в той последовательности, в которой они входят в закон перехода на микроуровень, от механического к магнитному (об этом речь пойдет в разделе, посвященном законам развития систем), используя аббревиатуру МАТХЭМ (в ней буквы соответственно обозначают поля: механическое, акустическое, тепловое, химическое, электрическое, магнитное).

<sup>1</sup> Маркс, К. Сочинения в тридцати девяти томах. В сорока двух книгах. Том 20 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Госполитиздат, 1954. – С. 544.

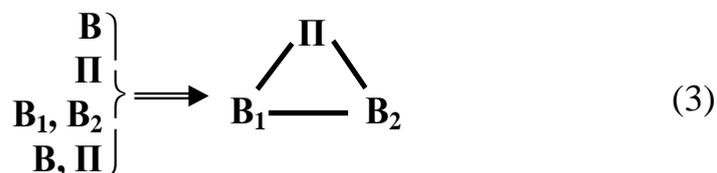
Необходимо помнить, что в соответствии с законами развития систем следует рассматривать также изменения полей от постоянного до сочетаний взаимно противоположных полей и воздействий, переменных и импульсных полей, а также суммарные взаимодействия, отражаемые в МАТХЭМ соседними буквами – электрохимические (Х и Э), электромагнитные (Э и М) и т.п.

Большинство полей связаны со «своими» веществами: химическое поле – с различными катализаторами, ингибиторами, особо активными или, наоборот, инертными веществами; электрическое поле – с заряженными частицами (электронами, ионами); магнитное – с ферромагнитными материалами; электромагнитное – с люминофорами разных частот, фотонами и т. д.

Проиллюстрируем ряд правил вепольного анализа, где задействуются вепольные формулы и их преобразование и видны закономерности развития веполя.

### 1. Правило достройки до полного веполя.

Если дана невепольная система (один элемент, или 2 элемента), то для получения минимально работоспособной системы необходимо достроить её до полного веполя, добавив к исходной системе два (или один) недостающий элемент.



Например, дано вещество В, которое надо изменять (изменять его свойства). Для построения полного веполя добавим к веществу В ( $\mathbf{B}_1$ ), второе вещество  $\mathbf{B}_2$  и поле  $\mathbf{П}$ , которое обеспечит взаимодействие между веществами. Меняя параметры поля, мы будем менять и взаимодействие между веществами, и, как следствие, свойства исходного вещества В ( $\mathbf{B}_1$ ).

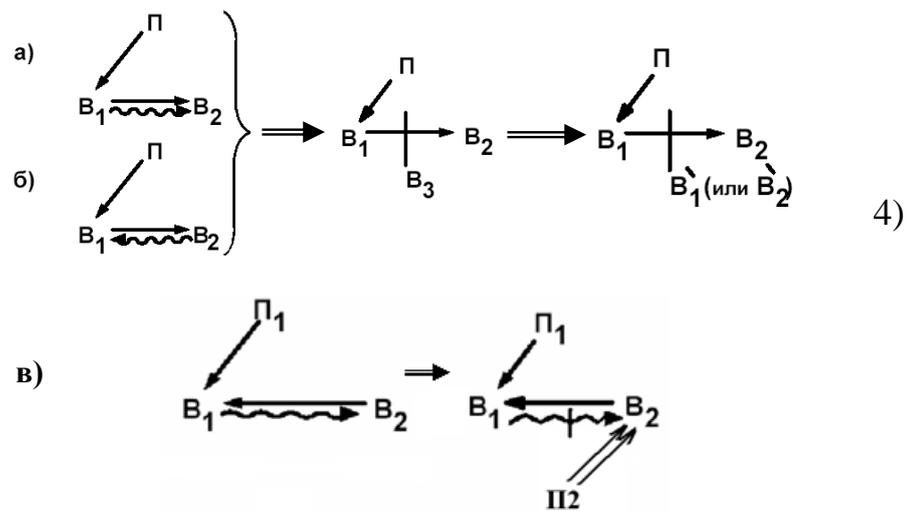
Разрушение так называемых **вредных веполей** описывается формулами (4), приведенными ниже.

Часто в практической деятельности возникают задачи связанные с устранением вредного действия между веществами или веществом и полем. Эти вредные воздействия можно интерпретировать как наличие полного работоспособного веполя, но результат получается ненужный, т.е. имеем вредный (ненужный) веполь, который необходимо разрушить.

Из анализа приведенных формул (4) следует, что более идеальным (ресурсно обоснованным) является решение, когда в качестве  $\mathbf{B}_3$  – «разрушителя» используется одно из конфликтующих (исходных) веществ, часть которого для этого необходимо изменить (изменить то свойство, которое приводит к созданию вредного действия).

Подвид формулы (4), а именно 4в, показывает, как можно разрушить (разорвать) мешающую связь между полем и веществом. При этом двойная стрелка от поля  $\mathbf{П}_2$  указывает на большее воздействие поля  $\mathbf{П}_2$  на вещество  $\mathbf{B}_2$  чем поля  $\mathbf{П}_1$ . Происходит силовое разрушение мешающей связи между веществами. Следует отметить, что данный способ разрывает и полезную связь и применим только тогда, когда полезная и вредная связи разнесены во времени, т.е. мешающая связь

не воспринимается как вредная во время действия полезной, и полезная становится нейтральной, когда следует разорвать вредную связь.



**2. Правило разрушения вредного веполя.** Если в исходном полезном веполе имеется мешающая (вредная) связь между веществами (формулы 4а и 4б), или веществом и полем, причем вводить новые вещества между элементами веполя не запрещено, то для её устранения следует:

- ввести между исходными элементами третье вещество  $\text{B}_3$ , имеющее свойство, которое замыкает на себя (разрывает) мешающую связь, не препятствуя проявлению полезной связи;

- если введение новых веществ нежелательно, но между исходными элементами вещество введено, то лучше в его качестве использовать одно из измененных исходных веществ  $\text{B}'_1$  или  $\text{B}'_2$ . Таким образом, во вводимых веществах изменяется на противоположное то свойство, которое создает мешающую связь или исходному веществу придается то свойство, которое «отключает» мешающую связь, не препятствуя проявлению полезной связи;

- если есть мешающая связь между веществами и вводить между ними что-либо запрещено (невозможно), причем полезная связь становится ненужной (нейтральной) в момент проявления вредной, то на вещество следует подействовать другим полем ( $\text{П}_2$ ) оказывающим более сильное воздействие, чем исходное поле  $\text{П}_1$ , порождающее вредную связь.

Далее рассмотрим задачи, в которых возникает необходимость построения **цепных веполей**.

Так, если дан полный веполь, моделирующий неработоспособную систему (например, поле недостаточно действует на вещество или между исходными веществами нет нужного взаимодействия) или имеется лишь минимально работоспособная система, то для проявления работоспособности (её увеличения) надо преобразовать веполь, используя правила повышения его работоспособности.

Здесь используется всеобщее свойство взаимодействия, которое можно пояснить свойством материи отражать в своей структуре внешние воздействия посредством изменения своих исходных свойств.

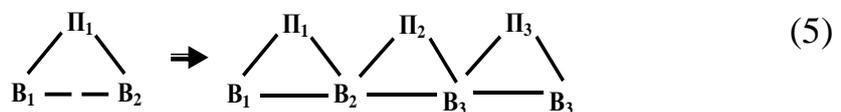
Поясним это. Допустим, вещество В исходно обладает неким свойством, например, твердым агрегатным состоянием. Если на данное вещество воздействовать полем (допустим тепловым), то при определенном уровне воздействия вещество приобретет другое свойство (оно изменит свое агрегатное состояние).

Если прямое воздействие на вещество невозможно, то на его базе «строится» новый веполь, причем, изменяя свойство вводимого вещества, связанного с исходным, мы меняем и свойство исходного. Такое опосредованное воздействие создает «цепочку» и может повторяться до тех пор, пока мы не получим необходимого воздействия в исходном (первичном) веполе. Этот метод широко применяется в конструкторской практике.

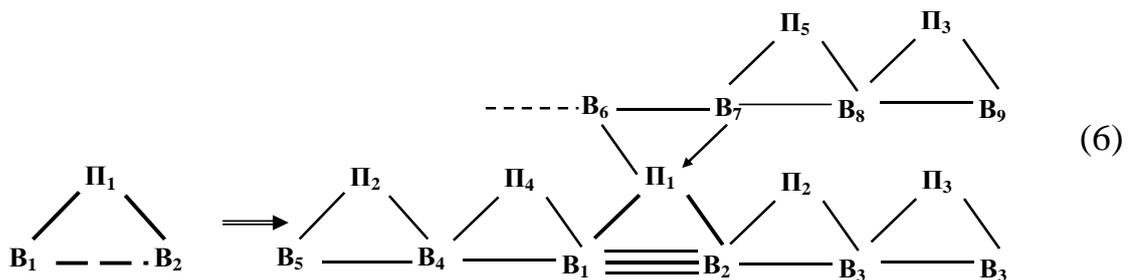
Следует помнить, что чем дальше расположено вводимое вещество от исходного, тем менее эффективно изменение исходного вещества. Такое решение является более затратным, поэтому цепочки, содержащие более трех звеньев, как правило, не применяются.

**3. Правило построения цепных веполей.** Если исходная система вепольная, но нас не удовлетворяет её работоспособность, то необходимо на базе исходных элементов веполя построить самостоятельный веполь, вводя недостающие элементы (вещества и поля), подбирая их таким образом, чтобы исходная (нужная нам) связь усиливалась за счет изменения свойств базового элемента. Если изменения недостаточны, то строится новый веполь на базе введенного свойства и т.д. В качестве базового элемента нового веполя может выступать любой исходный элемент (вещества и поле).

Формула цепного веполя (построенного на базе вещества  $V_2$ ) выглядит так:



В общем случае мы будем иметь цепочки от каждого исходного элемента:

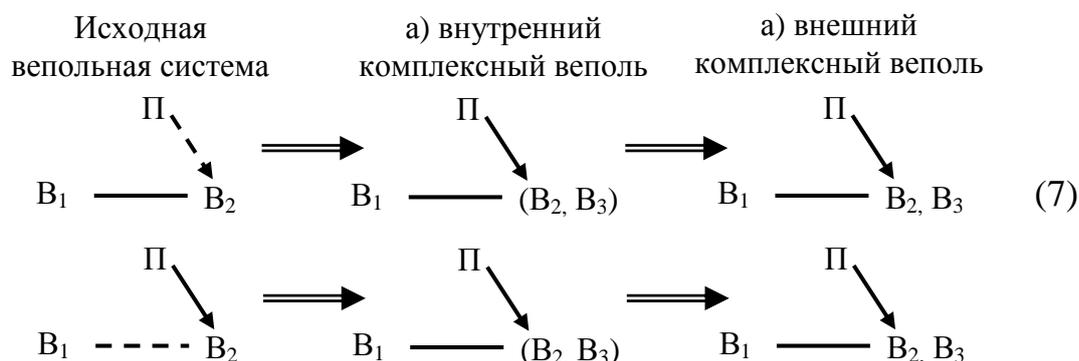


Другим методом увеличения работоспособности выступает способ создания комплексных веществ, присоединением к исходному веществу специальных добавок, хорошо «откликающихся» на воздействие поля. Например, присоединение к ферромагнитному веществу ферромагнитной добавки делает исходное вещество хорошо взаимодействующим с магнитным полем.

Надо отметить, что создание комплексного вещества есть, по сути, создание веполя на базе исходного вещества присоединением к нему второго вещества (до-

бавки) и поля взаимодействия, т.е. это частный случай цепного веполя. Однако для краткости записи этот момент опускается.

Преобразование исходного веполя (формула 7) выглядит следующим образом:

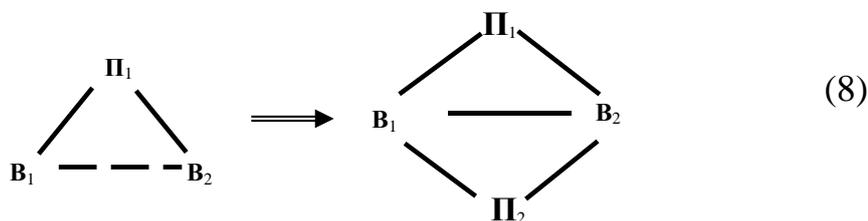


Следующий метод усиления взаимодействий в веполе связан с построением так называемых **двойных веполей** и **поливеполей**.

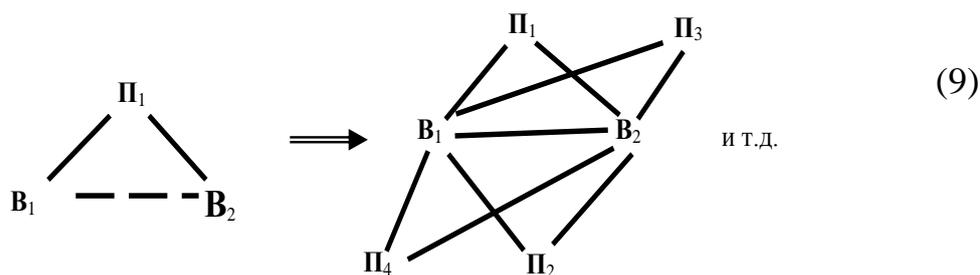
**4. Правило построения двойных веполей и поливеполей.** Если в исходной системе необходимо усилить взаимодействие между веществами, а введение новых веществ запрещено (невозможно), то необходимо подействовать на исходные вещества вторым полем (двойной веполь), третьим и т.д. (поливеполь), до тех пор, пока не будет достигнуто нужное взаимодействие между веществами.

Правила построения двойных и поли веполей представлены формулами 8 и 9.

При этом формула построения двойных веполей выглядит так:



Формула построения поливеполей отображается следующим образом:

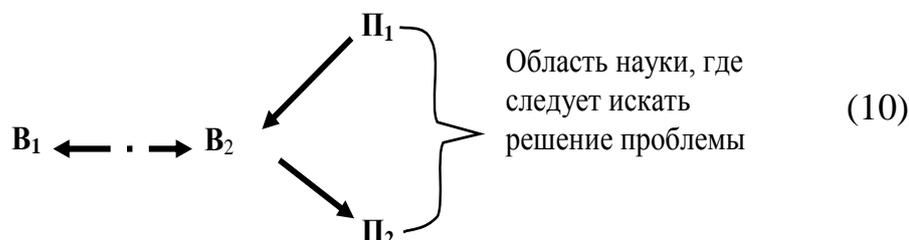


Особое место в вепольном анализе занимает **измерительный веполь**, позволяющий определить раздел науки, в которой следует искать эффект, способный разрешить возникшую проблему по обнаружению или измерению параметров элементов исходного веполя

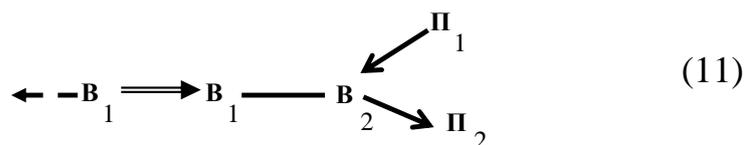
### 5. Измерительный веполь.

Если необходимо измерить свойство какого-то вещественного элемента, то названия раздела науки в котором может находиться требуемый эффект позволяю-

щий наиболее эффективными, для данной ситуации, средствами это произвести определяется следующим образом. Объединяются название полей на входе ( $\Pi_1$ ), которое, как правило, нам известно или может быть выбрано из ресурсных полей, и на выходе ( $\Pi_2$ ) – которое также нам тоже известно, поскольку это то поле, чьи свойства мы можем с достаточной точностью и с малыми затратами измерить в данный момент времени. В результате получаем название области естествознания, в которой лежит решение:



Далее дадим пример вепольных преобразований. Так, необходимо обнаружить вещество  $V_1$ . Для этого к нему присоединяют вещество  $V_2$ , на которое воздействуют полем  $\Pi_1$  и вещество  $V_2$  преобразует его в поле  $\Pi_2$ :



В процессе решения задач на базе вепольного анализа часто бывает необходимо перейти к динамичным вепольям, т.е. изменяющимся в процессе работы, а также к структурированным. Это происходит в тех случаях, когда поле или вещество обладает определенной пространственной или временной структурой. Такие преобразования принято называть в ТРИЗ «форсированием вепольей».

Комплексный веполь – веполь с дополнительным введенным веществом  $V_3$ , которое может присоединяться к  $V_1$  или  $V_2$ , повышая управляемость системой или придавая ей новые свойства, тем самым, повышая эффективность рассматриваемой системы. Комплексный веполь, как уже отмечалось нами выше, может быть: внутренним, внешним и на внешней среде. В целом в ТРИЗ даже принято говорить о законе повышения степени вепольности систем (рис. 19).

**Структура вепольного анализа.** Дадим характеристику структуры вепольного анализа, реализуемого в ходе решения задач. Анализ исходной ситуации проводится следующим образом (табл. 20). Цель анализа – получение вепольной модели, наиболее адекватной исходной системе, определение класса решаемой задачи и выход на шифр типовой задачи. После этого начинается выбор модели решения. Ниже в табл. 21 представлен краткий алгоритм выбора модели решения исходной задачи с использованием инструментов вепольного анализа.

Фактически в ТРИЗ в ходе анализа идет исследование состава и структуры, работоспособности и направленности развития систем (рис. 20).

## Порядок вепольного анализа исходной ситуации в ТРИЗ

Конфликтующая пара как система	Шаг	Содержание действий	
	<b>Определить:</b>		
	1	Пространственную структуру компонентов конфликтующей пары (КП)	
	2	Временную структуру компонентов КП	
	3	Агрегатное состояние компонентов КП	
	4	Магнитные свойства компонентов КП	
	5	Внешние полезные для главной полезной функции (ГПФ) поля КП	
	6	Внутренние полезные для ГПФ поля КП	
	7	Влияние всех полей на взаимосвязи КП	
	8	Возможность использования полей	
	9	Отбросить поля, не оказывающие влияние	
	<b>Определить:</b>		
	10	Пространственную структуру оставшихся полей	
	11	Временную структуру оставшихся полей	
	12	Изобразить вепольную модель исходной системы	
	<b>По полученной модели исходной системы определить:</b>		
13	Чем не удовлетворяет исходная система		
14	Класс задачи		
15	Временную структуру оставшихся полей		
16	Шифр типовой задачи		

Таблица 21

## Порядок выбора модели решения

Исходная модель системы	Шаг	Содержание действий	
	<b>Определить:</b>		
	17	Возможность изменения системы	
	18	Группу модели	
	19	Рекомендацию по изменению исходной модели	
	<b>Преобразовать исходную модель согласно рекомендации</b>		
	20	Изменить исходную модель	
	21	Изобразить полученную модель(ли)	
	<b>Определить:</b>		
	22	Состав функциональных мест в выбранной модели	
	23	Неизменяемые компоненты модели (системы)	
	24	Свойства неизменяемых компонентов модели	
	25	Идеальную пространственную структуру	
	26	Идеальную временную структуру	
	27	Идеальные свойства для вновь вводимых компонентов	
	28	Характер связей между компонентами новой модели	
29	Выбрать компоненты с характеристиками близкими к требуемым		
30	Проверить реализуемость полученной модели		
<b>Если решения нет, перейти от статического к динамическому представлению</b>			

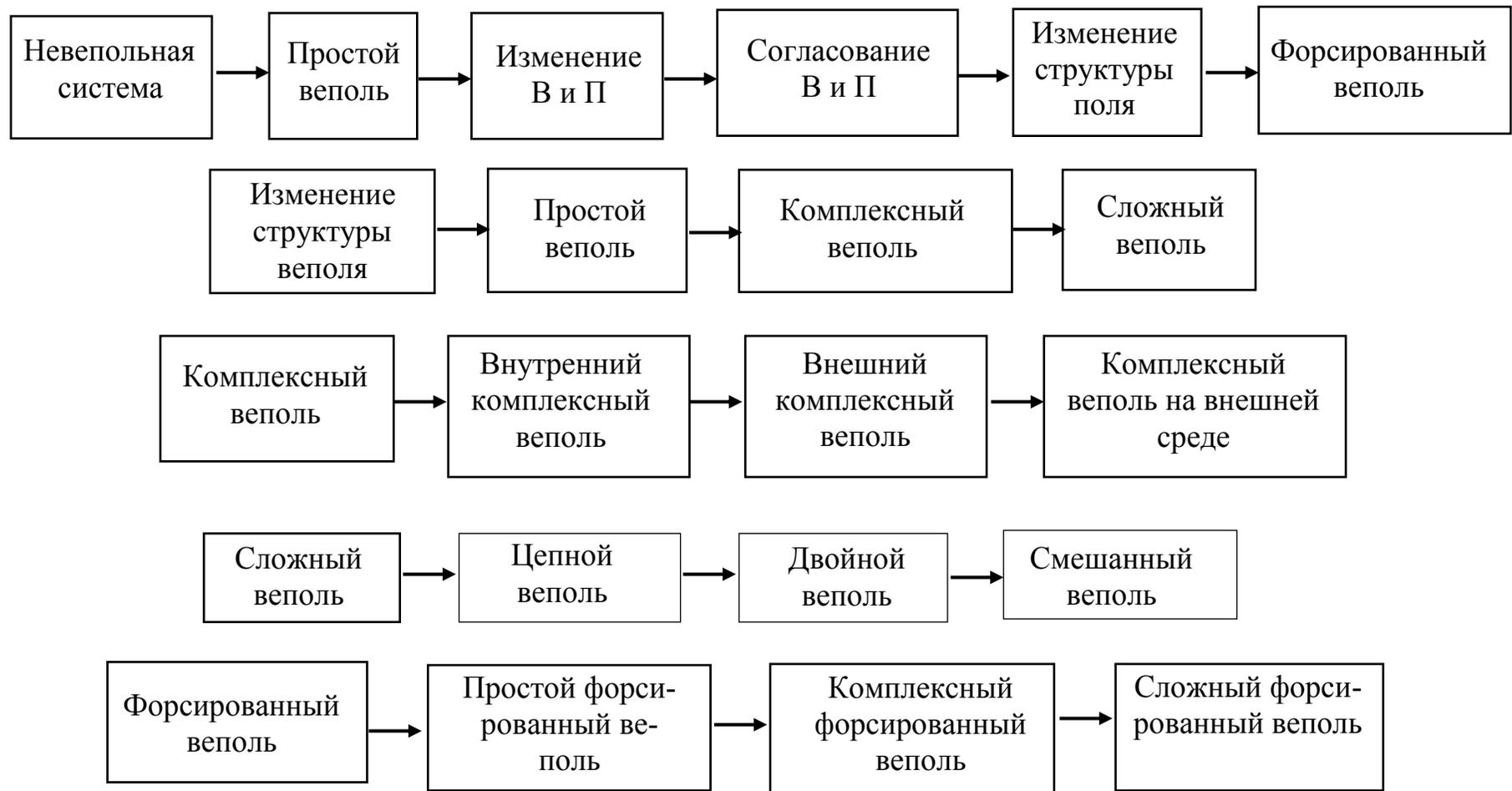


Рис. 19. Закон повышения степени вепольности систем



Рис. 20. Системное исследование построения, функционирования и развития объектов в ТРИЗ

Таким образом, нетрудно убедиться, что вепольный анализ (ВА) является своеобразным поисковым языком ТРИЗ, помогающий решателям задач лучше структурировать их и выходить на нужные решательные инструменты. Более того, он помогает решению исследовательских задач и прогнозированию развития систем (рис. 21).

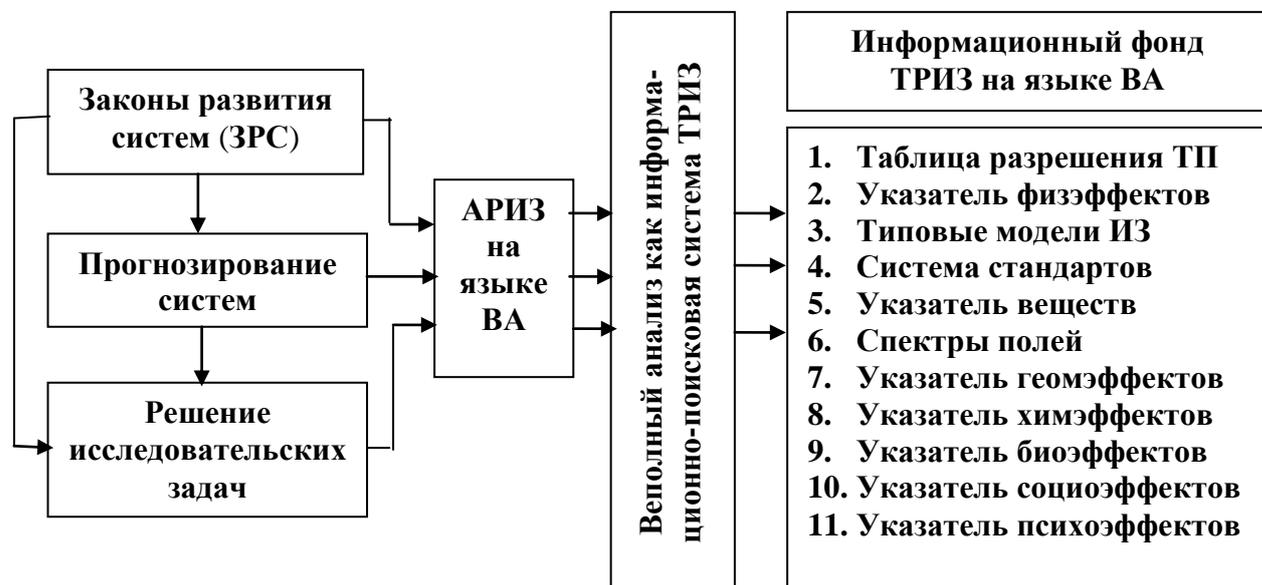


Рис. 21. Структура перехода от задачи к решению с использованием вепольного анализа

### Вопросы для самопроверки

1. Расскажите о типах взаимодействий в системах, дайте понятие веполю и вепольному анализу.
2. Каковы записи вещественного и полевого компонентов при проведении вепольного анализа?
3. Покажите, как выглядят простые и измерительные веполи и что представляют из себя цепной, двойной и смешанные веполи.
4. Раскройте смысл правил: достройки до полного веполя и разрушения вредного веполя.
5. Зачем строиться цепной веполь и что дает переход к комплексированию в вепольном моделировании?
6. В каких случаях строят двойные веполи и поливеполи?
7. Расскажите о порядке вепольного анализа исходной проблемной ситуации в ТРИЗ и порядке выбора модели решения.
8. Почему вепольный анализ по праву считается поисковым языком или информационно-поисковой системой ТРИЗ?

## 2.11. Понятие об эффектах. Использование физических, химических, геометрических эффектов и явлений при решении изобретательских задач

Согласно Г.С. Альтшуллеру<sup>1</sup>, проведенные исследования патентного фонда показали, что наиболее идеальные технические решения связаны с применением тех или иных физических эффектов и явлений. Таких примеров, когда физический эффект заменяет сложную машину, в изобретательстве немало. Особую эффективность применения физики обеспечивает «безотказность» физических явлений: любой механизм может сломаться, выйти из строя, но не может «сломаться» эффект теплового расширения, он всегда будет надежно «работать». Несмотря на то, что многие физические эффекты могут быть использованы в изобретательской практике, «физических» изобретений в патентном фонде относительно мало. Плохо используются даже всем известные эффекты из школьной программы, не говоря уже об открытых недавно эффектах аномально низкого трения, ультразвуковом капиллярном эффекте, эффекте Александрова и других.

В словарях и энциклопедиях термин «эффект» обычно определяется как результат, следствие каких-либо причин, действие (например, эффект лечения); другие значения касаются сильного впечатления, произведенного кем-нибудь.

Согласно БСЭ, под **физическим эффектом** понимается результат, следствие некоторых причин, действия<sup>2</sup>. Более строгое определение физэффекта дано в справочнике<sup>3</sup>. В свободной энциклопедии – Википедии<sup>4</sup> – физический эффект определяется как преобразование, при котором физическое воздействие на объект приводит к возникновению какого-то поля или действия. Как правило, это явления, связанные с преобразованием вида энергии или с изменением фазового состояния вещества.

В конце 60-х годов стало ясно, что дальнейшее развитие информационного обеспечения ТРИЗ требует создания фонда физических явлений и эффектов. В 1969 г. за эту работу взялся студент-физик В. Гутник, слушатель молодежной изобретательской школы при ЦК ЛКСМ Азербайджана (позже она была преобразована в АзОИИТ – первый в стране общественный институт изобретательского творчества). За два года В. Гутник проанализировал свыше 5 тысяч изобретений «с физическим уклоном» и отобрал из них примерно 500 наиболее интересных. Эта информация положила начало картотеке по эффектам. С 1971 г. эту работу продолжил Ю.В. Горин, слушатель, а затем преподаватель АзОИИТ. К 1973 г. им был подготовлен первый «Указатель физических эффектов». В него вошло свыше

---

<sup>1</sup> Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдлвенияскэ, 1989. – С.117.

<sup>2</sup> Большая советская энциклопедия: сов. энциклопедия: в 30 т. / под ред. А.М. Прохорова. – 3-е изд. – М.: Экслибрис, 1978. – Т. 30. – 632 с.

<sup>3</sup> Лукьянец, В.А. Физические эффекты в машиностроении: справочник / В.А. Лукьянец, З.И. Алмазова, Н.П. Бурмистрова и др. – М.: Машиностроение, 1993. – 224 с.

<sup>4</sup> Источник: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

100 эффектов и явлений и примеров их изобретательского применения. Полный текст указателя в 1973 г. был передан в ЦК ВОИР, но не был издан<sup>1</sup>. В том же году удалось подготовить сокращенный текст указателя (108 страниц) и отпечатать его на ротаторе в Баку в количестве 150 экземпляров. Позже текст печатался в Брянске и других городах СССР<sup>2</sup>. Всего было издано около 1000 экземпляров.

Указатель построен по разделам, каждый из нескольких сотен приведенных эффектов снабжен примерами изобретательского применения. Пользование указателем облегчается благодаря приведенной в нём таблице (табл. 22), позволяющей по необходимому в задаче действию подобрать подходящий **физический эффект (физэффект)**. Возможно использование таблицы и без указателя, но с меньшим эффектом. Для этого после определения по таблице нужного физического эффекта можно обратиться к справочной литературе по физике.

При решении измерительных задач необходимость использования различных физических эффектов проявляется особенно ярко. По сути дела, все они сводятся к одной проблеме – получить информацию о состоянии имеющихся в системе веществ или полей. Причем эта информация должна быть представлена в виде легко обнаружимого поля, т.е. поля, непосредственно воздействующего на органы чувств человека либо на простейшие приборы, например компас, электроскоп, термометр. Такая установка существенно облегчает поиск нужного эффекта, который можно представить в виде преобразователя поля из скрытого или труднообнаружимого в системе в легкообнаружимое. Причем в этом преобразователе нам всегда известно, что за поле на входе – какой параметр системы нужно измерять, а на выходе – в первую очередь поле, обнаруживаемое непосредственно тем или иным органом чувств человека.

Работа по созданию более эффективных указателей физэффектов продолжается и сегодня. В простых случаях указатели можно использовать отдельно, в более сложных – в сочетании с такими инструментами, как вепольный анализ, АРИЗ. Они позволяют создать что-то вроде своеобразного «фоторобота» физического эффекта, по которому его можно опознать в таблице.

По сравнению с «физическими» решениями «химические» изобретения встречаются реже. Но и здесь тоже возможны красивые решения. Для облегчения поиска и использования **химических эффектов (химэффектов)** и явлений Ю.П. Саламатовым<sup>3</sup> разработан соответствующий указатель (табл. 23).

---

<sup>1</sup> Горин, Ю.В. Указатель физических эффектов и явлений для изобретателей / Ю.В. Горин. – Баку, 1973. – 300 с.

<sup>2</sup> Денисов, С. Указатель физических эффектов и явлений для изобретателей и рационализаторов / С. Денисов, В. Ефимов, В. Зубарев, В. Кустов. – Обнинск, 1977. – 214 с.; Бородастов, Г.В. Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач: учебное пособие / Г.В. Бородастов, С.Д. Денисов, В.А. Ефимов и др. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1979. – 93 с.; Применение физических эффектов в решении технических задач: учебное пособие / В.А. Ахлюстин, В.М. Березин, В.П. Бескачко и др.; под ред. Г.П. Вяткина. – Челябинск: ЧПИ, 1985. – 80 с.

<sup>3</sup> Саламатов, Ю.П. Подвиги на молекулярном уровне. Химия помогает решать трудные изобретательские задачи / Ю.П. Саламатов // Нить в лабиринте / сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – С. 95–163.

Применение некоторых физических эффектов и явлений при решении изобретательских задач

№	Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
1	2	3
1	Измерение температуры	Тепловое расширение и вызванное им изменение собственной частоты колебаний. Термоэлектрические явления. Спектр излучения. Изменение оптических, электрических, магнитных свойств веществ. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена
2	Понижение температуры	Фазовые переходы. Эффект Джоуля - Томсона, Эффект Ранка. Магнитокалорический эффект. Термоэлектрические явления
3	Повышение температуры	Электромагнитная индукция. Вихревые токи. Поверхностный эффект. Диэлектрический нагрев. Электронный нагрев. Электрические разряды. Поглощение излучения веществом. Термоэлектрические явления.
4	Стабилизация температуры	Фазовые переходы (в том числе переход через точку Кюри)
5	Индикация положения и перемещения объекта	Введение меток - веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики) и потому легко обнаруживаемых. Отражение и испускание света. Фотоэффект. Деформация. Рентгеновское и радиоактивное излучения. Люминесценция. Изменение электрических и магнитных полей. Электрические разряды. Эффект Доплера
6	Управление перемещением объектов	Действие магнитным полем на объект или на ферромагнетик, соединенный с объектом, Действие электрическим полем на заряженный объект. Передача давления жидкостями и газами. Механические колебания. Центробежные силы. Тепловое расширение. Световое давление
7	Управление движением жидкости и газа	Капиллярность. Осмос. Эффект Томса. Эффект Бернулли. Волновое движение. Центробежные силы. Эффект Вайссенберга
8	Управление потоками аэрозолей (пыль, дым, туман)	Электризация. Электрические и магнитные поля. Давление света
9	Перемешивание смесей. Образование растворов	Ультразвук. Кавитация. Диффузия. Электрические поля. Магнитное поле в сочетании с ферромагнитным веществом. Электрофорез. Солюбилизация
10	Разделение смесей	Электро- и магнитосепарация. Изменение кажущейся плотности жидкости-разделителя под действием электрических и магнитных полей. Центробежные силы Сорбция. Диффузия. Осмос
11	Стабилизация положения объекта	Электрические и магнитные поля. Фиксация в жидкостях, твердеющих в магнитном и электрическом полях. Гироскопический эффект. Реактивное движение

1	2	3
12	Силовое воздействие. Регулирование сил. Создание больших давлений	Действие магнитным полем через ферромагнитное вещество. Фазовые переходы. Тепловое расширение. Центробежные силы. Изменение гидростатических сил путем изменения кажущейся плотности магнитной или электропроводной жидкости в магнитном поле. Применение взрывчатых веществ Электрогидравлический эффект. Оптико-гидравлический эффект. Осмос
13	Изменение трения	Эффект Джонсона - Рабека. Воздействие излучений. Явление Крагельского. Колебания
14	Разрушение объекта	Электрические разряды. Электрогидравлический эффект. Резонанс. Ультразвук. Кавитация. Индуцированное излучение
15	Аккумуляция механической и тепловой энергии	Упругие деформации. Гироскопический эффект. Фазовые переходы
16	Передача энергии: механической тепловой лучистой электрической	Деформации. Колебания. Эффект Александрова. Волновое движение, в том числе ударные волны. Излучения. Теплопроводность. Конвекция. Явление отражения света (световоды). Индуцированное излучение Электромагнитная индукция. Сверхпроводимость
17	Установление взаимодействия между подвижным (меняющимся) и неподвижным (неменяющимся) объектами	Использование электромагнитных полей (переход, от "вещественных" связей к "полевым")
18	Измерение размеров объекта	Измерение собственной частоты колебаний. Нанесение и считывание магнитных и электрических меток.
19	Изменение размеров объектов	Тепловое расширение. Деформации. Магнито-, электрострикация. Пьезоэлектрический эффект
20	Контроль состояния и свойств поверхности	Электрические разряды. Отражение света. Электронная эмиссия. Муаровый эффект. Излучения
21	Изменение поверхностных свойств	Трение. Адсорбция. Диффузия. Эффект Баушингера. Электрические разряды. Механические и акустические колебания. Ультрафиолетовое излучение
22	Контроль состояния и свойств в объеме	Введение "меток" - веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики), зависящие от состояния и свойств исследуемого вещества. Изменение удельного электрического сопротивления в зависимости от изменения структуры и свойств объекта. Взаимодействие со светом. Электро- и магнитооптические явления. Поляризованный свет. Рентгеновские и радиоактивные излучения. Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонансы. Магнитоупругий эффект. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена. Измерение собственной частоты колебаний объекта. Ультразвук, эффект Мёссбауэра. Эффект Холла.

1	2	3
23	Изменение объемных свойств объекта	Изменение свойств жидкости (кажущейся плотности, вязкости) под действием электрических и магнитных полей. Введение ферромагнитного вещества и действие магнитным полем. Тепловое воздействие. Фазовые переходы. Ионизация под действием электрического поля. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения. Деформация. Диффузия. Электрические и магнитные поля. Эффект Баушингера. Термоэлектрические, термомагнитные и магнитооптические эффекты. Кавитация. Фото-хромный эффект. Внутренний фотоэффект.
24	Создание заданной структуры. Стабилизация структуры объекта	Интерференция волн. Стоячие волны. Муаровый эффект. Магнитные поля. Фазовые переходы. Механические и акустические колебания. Кавитация
25	Индикация электрических и магнитных полей	Осмоз. Электризация тел. Электрические разряды. Пьезо- и сегнетоэлектрические эффекты. Электреты. Электронная эмиссия. Электрооптические явления. Эффекты Гопкинса и Баркхаухена. Эффект Холла. Ядерный магнитный резонанс. Гиромагнитные и магнитооптические явления.
26	Индикация излучения	Оптико-акустический эффект. Тепловое расширение. Фотоэффект. Люминесценция. Фотопластический эффект
27	Генерация электромагнитного излучения	Эффект Джозефсона. Явление индуцированного излучения. Туннельный эффект. Люминесценция. Эффект Ганна. Эффект Черепкова
28	Управление электромагнитными полями	Экранирование. Изменение состояния среды, например увеличение или уменьшение ее электропроводности. Изменение формы поверхностей тел, взаимодействующих с полями
29	Управление потоками света. Модуляция света	Преломление и отражение света. Электро- и магнитооптические явления. Фотоупругость, эффекты Керра и Фарадея. Эффект Ганна. Эффект Франца-Келдыша
30	Инициирование и интенсификация химических превращений	Ультразвук. Кавитация. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивные излучения. Электрические разряды. Ударные волны. Мицеллярный катализ.

Озон<sup>1</sup>, например, позволяет интенсифицировать многие процессы в химической промышленности (получение кислот: фталиевой, глиоксалевой, глутаминовой). В промышленном птицеводстве он используется для санитарной обработки зерна и кормов, в инкубации яиц – для стимуляции эмбрионального развития и дезинфекции, для санации воздуха в птичниках. Озон хорошо окисляет красящие вещества и поэтому применяется при отбеливании хлопка, масла, воска и проч.

<sup>1</sup> Озон (от греч. – пахну) был обнаружен в 1785 году Ван-Марумом по характерному запаху и окислительным свойствам, которые приобретает воздух после пропускания через него электрических искр.

## Указатель химических эффектов

№	Требуемые действия	Химическая реакция, способ
1	2	3
<b>Преобразование вещества</b>		
1	Перенос в пространстве	Транспортные реакции. Термохимический метод. В гидратном состоянии. В сжатых газах. В гидридах. В виде части будущего соединения. В адсорбентах. В виде взрывчатых смесей. Молекулярная самосборка. Комплексоны. Жидкие мембраны
2	Изменение массы	Транспортные реакции. Термохимический метод. Перевод в химически связанный вид (ХСВ). Перевод в гидратное состояние. Перевод в гидридное состояние. В экзотермических реакциях
3	Изменение концентрации	Транспортные реакции. Перевод в ХСВ и выделение. Перевод в гидратное состояние. В сжатых газах. В гидридах. Смещение химического равновесия. Адсорбция – десорбция. Полупроницаемые мембраны. Комплексоны. Жидкие мембраны
4	Изменение удельного веса	Перевод в ХСВ. Перевод в гидратное состояние. Гидриды
5	Изменение объема	Перевод в ХСВ. Транспортные реакции. Перевод в гидратное состояние, растворение в сжатых газах. Перевод в гидриды. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Растворение. Взрыв
6	Изменение формы	Транспортные реакции. Термохимическая обработка. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидриды. Плавление – затвердевание
7	Изменение электрических свойств	Гидрирование. Восстановление окисей. Растворение солей. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Нейтрализация электрических зарядов. Смещение химического равновесия. Электризация окислением. Газы при радиоактивном облучении. Электрохромы. Гидрофильный слой. Комплексоны
8	Изменение оптических свойств	Восстановление окисей. Изменение цвета. Генерация света. Изменение светопропускания. В мономолекулярных слоях
9	Изменение магнитных свойств	Гидрирование. СВС. Изменение окислителей. Кластеры
10	Изменение биологических свойств	Перевод в ХСВ. Озонирование. Гидрофильность – гидрофобность. Комплексоны
11	Изменение химических свойств	Транспортные реакции. Термохимическая обработка. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидрирование. Восстановление окисей. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Плавление – затвердевание. Растворение солей. СВС. Смещение химического равновесия. Озонирование. Фотохромы. Гидрофильность – гидрофобность. Перевод в микросостояние. Комплексоны. Жидкие мембраны
12	Изменение фазового состояния	Транспортные реакции. Термохимическая обработка. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидриды. Плавление – затвердевание. Растворение солей. Выделение из растворов. Адсорбция — десорбция. Фотохромы
13	Обезвреживание (деструкция)	Перевод в ХСВ. Перевод в гидратное состояние. В сжатых газах. Гидрирование. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Растворение. Озонирование. Комплексоны. Жидкие мембраны

1	2	3
14	Стабилизация (временное уменьшение активности)	Химическое связывание газов. Перевод в гидратное состояние. В сжатых газах. В гидридах. Плавление – затвердевание. В адсорбентах. Комплексоны
15	Превращение двух и более веществ в одно	Транспортные реакции. Термохимический метод. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидриды. Окисление – восстановление. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Растворение. Соединение взаимно активных веществ. Озонирование. Фотохромизм. Комплексоны
16	Предохранение одного вещества от проникновения другого	Путем химического связывания одного из них. Защита гидратами. Растворение в сжатых газах. Защита гидридами. Сжигание. Окисление. Озон. Гидрофильность – гидрофобность. Полупроницаемые мембраны. Жидкие мембраны
17	Нанесение одного вещества на поверхность другого	Транспортные реакции. В гидратном состоянии. С помощью гидридов. Окисление – восстановление. Соединение взаимоактивных веществ. Фотохромы. Электрохромы. Молекулярная самосборка. Гидрофильность – гидрофобность. Жидкие мембраны
18	Соединение разнородных веществ	С помощью гидратов. С помощью гидридов. Сварка. Плавление – затвердевание. Молекулярная самосборка
19	Разделение веществ (выделение одного из другого)	Транспортные реакции. Выделение химически связанных газов. Из сжатых газов. Из гидридов. Восстановление из окисей. Смещение химического равновесия. Из адсорбентов. Из озонидов. Гидрофильность – гидрофобность. Полупроницаемые мембраны. Комплексоны. Жидкие мембраны
20	Разрушение вещества	Транспортные реакции. Термохимический метод. Разрушение химически связанных веществ. Выделение из сжатых газов. Насыщение водородом. Разрушение окисей. Сжигание. Растворение. Смещение химического равновесия в смесях. Соединение взаимоактивных веществ. Окисление. Взрыв. Комплексоны
21	Размещение одного вещества в другом	Транспортные реакции. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. В сжатых газах. В гидридах. В адсорбентах. Растворение. Комплексоны. Молекулярная самосборка. Жидкие мембраны
22	Получение новых веществ (синтез)	Транспортные реакции. Термохимический метод. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Гидриды. Восстановление из окисей. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Соединение взаимоактивных веществ. При смещении химического равновесия. Озонирование. Окислители. Сверхокислители. Озониды. Молекулярная самосборка. Комплексоны
23	Организация замкнутого цикла по веществу (поглощение – выделение)	Транспортные реакции. Химическое связывание – выделение газов. Растворение в сжатых газах. Гидриды. Адсорбция – десорбция. Озониды. Электрохромы. Комплексоны. Жидкие мембраны
24	Сборка вещества из атомов	Транспортные реакции. Выделение из химически связанного вида. Выделение из сжатых газов. Из гидридов. Восстановление из окисей. Соединение взаимоактивных веществ. Молекулярная самосборка. Полупроницаемые мембраны. Переход молекула — агрегат. Комплексоны. Жидкие мембраны

25	Получение веществ с хорошо организованной структурой (чистых веществ)	Транспортные реакции. В химически связанном виде. Выделение из сжатых газов. Из гидридов. Молекулярная самосборка. Комплексоны. Жидкие мембраны
26	Транспорт одного вещества сквозь другое	Транспортные реакции. Термохимический метод. В химически связанном виде. В сжатых газах. В гидридах. Водород сквозь металлы. Термохимические реакции. Фазовые переходы. Смещение аловического равновесия. Адсорбция. Полупроницаемые мембраны. Комплексоны. Жидкие мембраны
<b>Преобразование энергии</b>		
27	Получение тепла (ввод тепловой энергии в систему)	Сжигание газовых гидратов. Сжигание водорода. Гидриды. Энергоемкие вещества. Экзотермические реакции. СВС. Сильные окислители. Разложение озона
28	Получение холода (вывод тепловой энергии из системы)	Разложение газогидратов. Гидриды. Эндотермические реакции. Растворение
29	Получение механических давлений	Разложение газогидратов. Разложение гидридов. Разупрочнение металлов при наводораживании. Разбухание металлов. Разложение жидкого озона
30	Генерация светового излучения	Хемилюминесценция
31	Аккумуляция тепла	Химические реакции. Фазовые переходы
32	Аккумуляция холода	Гидриды
33	Аккумуляция световой энергии	Фотохромизм
34	Транспорт тепловой энергии	Транспортные реакции. Гидридные аккумуляторы
35	Транспорт (сток) статического электричества	Металлизация тканей. Обработка озоном. Гидрофильное покрытие
36	Регулирование световой энергии	Фотохромизм
37	Энергетические воздействия на вещество	Коронный разряд. Радиоактивное излучение. Кавитация. Ультрафиолет. Электрическое поле. Электрический ток. Электромагнитное поле. Инфракрасное излучение. СВЧ-разряд. Видимый свет. Тепловая энергия
<b>Преобразование информации</b>		
38	Индикация текущей информации о веществе	Хемилюминесценция. Флуоресценция. Гидрофотография. Гидродинамика потоков
39	Индикация информации	Об энергии: тепловой (фазовые переходы, термохромы); коронного разряда (по образованию озона); радиоактивного излучения (по образованию озона, по радиохромам); видимого излучения (фотохромы); УФ-излучения (фотохромы)

Давно известны, например, бытовые солнцезащитные очки с фотохромными стеклами. Но уникальные способности фотохромных материалов автоматически изменять свое светопропускание в зависимости от интенсивности излучения можно использовать для регулирования светового потока на фотоэлементах в системе включения вечернего освещения, в зеркалах задней обзорности автомобилей для облегчения работы водителя в условиях резкого перепада освещенности и т.д.

Способность металлов поглощать водород – надежда конструкторов будущих экологически чистых «водородных» автомобилей. Экспериментальные модели поражают, например, чистотой своего выхлопа. У водородного «Фольксвагена», занявшего первое место на международных сравнительных испытаниях, выхлопные газы, например, оказались чище, чем всасываемый двигателем воздух (!).

Мало используют изобретатели **геометрические**, а также другие математические эффекты. Неоднократные опросы, проведенные в ушедшем веке в общественных школах изобретательского творчества, показали, что школьники, студенты и инженеры знают о техническом применении геометрии меньше, чем о применении физических эффектов. А ведь геометрия, например, позволяет осуществлять согласование-рассогласование форм, обеспечивать оптимальное взаимодействие инструмента с изделием и т.д.

Сводная таблица возможных применений некоторых **геометрических эффектов (геомэффектов)**<sup>1</sup>, выглядит следующим образом (табл. 24).

Таблица 24

#### Применение некоторых геометрических эффектов

№	Требуемая функция, действие	Форма тел, объектов, поверхностей
1	2	3
1	Регулирование геометрических и сводимых к ним физических параметров:	
	– длины (протяженности)	Спирали и винтовые линии, односторонние поверхности (лента Мёбиуса <sup>2</sup> ), эллипсы, гиперболоиды вращения
	– площади, площади взаимного перекрытия	Щетки, спирали, односторонние поверхности, эллипсы, параболические тела
	– объема	Спирали, шаровые конструкции, гиперболоиды вращения
	– радиуса кривизны	Спирали, эллипсы, параболические тела
	– изменение шага шнека, направления навивки	Спирали и винтовые линии
	– перемещение тела, получение следа	Клинья <sup>3</sup> , сыпучие тела, спирали и винтовые линии, односторонние поверхности, шары, эллипсы
	– размеров зазоров, ячеек	Спирали, шары, гиперболоиды

<sup>1</sup> Викентьев, И.Л., Ефремов В. И. Кривая всегда вывезет. Геометрия для изобретателей / И.Л. Викентьев, В.И Ефремов // Правила игры без правил / сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – С. 71–175.

<sup>2</sup> Впервые в печати она была упомянута в 1858 году профессором Лейпцигского университета А.Ф. Мёбиусом (1790–1868).

<sup>3</sup> Вспомним: «Куда ни кинь – всюду клин», «Кабы не клин, да не мох, плотник бы сдох».

1	2	3
2	Соединение деталей, временная фиксация	Сыпучие тела, щеточные конструкции, шары, гиперболоиды, треугольник Рёлло <sup>1</sup>
3	Получение слепка (контрслепка) поверхности и регулирование профиля	Сыпучие тела, щеточные конструкции, спирали, гиперболоиды
4	Получение опоры, основания	Сыпучие тела, шары, эллипсы
5	Передача и регулирование силы, момента	Сыпучие тела, односторонние поверхности, шары, эллипсы
6	Концентрация, локализация и интенсификация воздействия	Сыпучие тела, щеточные конструкции, спирали, шары, эллипсы, параболические тела
7	Разрушение вредных веполей	Клинья, щеточные конструкции, параболические тела
8	Амортизация	Сыпучие тела, щеточные конструкции, шары
9	Ориентация предметов	Щеточные конструкции
10	Рыхление, перемешивание	Щеточные конструкции, односторонние поверхности
11	Управление движением жидкости и сыпучих тел	Сыпучие тела, эллипсы
12	Создание вибраций	Шары, эллипсы
13	Получение чувствительных датчиков	Шары
14	Изготовление различных форм	Сыпучие тела, щеточные конструкции, спирали

Таким образом, геометрические эффекты (геомэффекты) – это использование геометрических форм для различных технологических преобразований. В технике широко известно применение треугольника, например, использование клина или скользящих друг по другу двух треугольников (рис. 22).

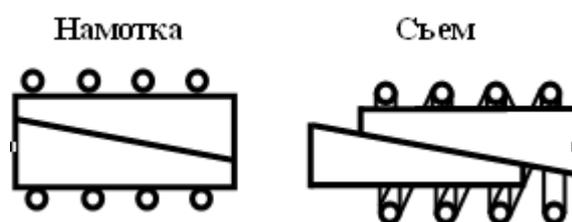


Рис. 22. Оправка, сделанная разборной в виде двух треугольников

А применение, например, ленты Мебиуса позволяет использовать обе стороны поверхности у бесконечной ленты. Это решение применяется, в частности, в ленте принтера, в которой задействованы сразу две её стороны. Или ленточная пила,

<sup>1</sup> Треугольник Франца Рёлло (его другие названия: гипо- и перицилоида, правильный треугольник с выпуклыми стенками; равносторонний треугольник с выпуклыми сторонами; сферический треугольник; равноосный контур (РК-профиль); Краузе профиль (последний термин применялся в довоенной технической литературе).

выполненная в виде ленты Мёбиуса,<sup>1</sup> позволяет, например, использовать две стороны ленты, т.е. использовать ленту в два раза дольше (рис. 23).

Ленточная пила

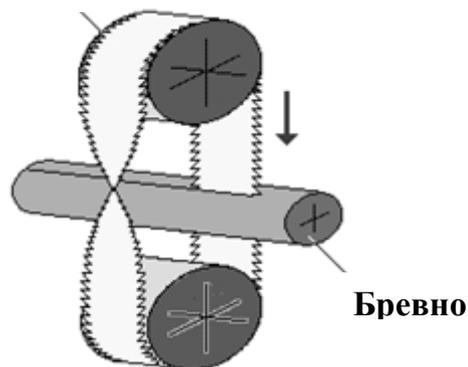


Рис. 23. Ленточная пила в виде ленты Мёбиуса

**Биологические эффекты (биоэффекты)** – это использование биологических объектов (животных, растений, микробов и т.п.) для технологических преобразований. Применение биологических эффектов позволяет не только расширить возможности технических систем, но и получать эффективные результаты, не нанося вреда самой природе. С помощью биологических эффектов можно выполнять различные операции: обнаружение, преобразование, генерирование, поглощение вещества и поля и другие операции. Так, например, в Японии введены биологические стандарты на воду (есть и химические). Для озер, например, существуют четыре стандарта, индикаторами которых являются рыбы. Самому чистому уровню соответствует форель: она не может жить в грязной воде. А карп, наоборот, живет только в грязной воде и, если он появился там, где раньше не обитал, то вода переходит в разряд самой грязной. Этому четвертому уровню соответствует биологический индикатор «карп»<sup>2</sup>.

Другой пример. Э. Брумбалек утверждает, что некоторые цитрусовые деревья, испытывая недостаток химических элементов, способны замещать их другими элементами и восстанавливать, таким образом, равновесие в обмене веществ. Например, при нехватке калия, эти растения в первую очередь начинают накапливать золото, а при его отсутствии – серебро и свинец. Недостаток магния заставляет их извлекать уран. Достаточно засадить нужный участок подходящими деревьями, а затем собирать плоды и сжигать их в специальных печах<sup>3</sup>.

Ещё один пример. В бедных металлургических выработках в специальных отстойниках разводится громадная колония тионовых бактерий, переводящих медь в раствор. Раствор, насыщенный бактериями, закачивают в пробуренные скважи-

<sup>1</sup> А.с. СССР № 70549.

<sup>2</sup> Источник: Знание-сила. – 1992. – № 4. – С.111.

<sup>3</sup> Патент Великобритании № 1 481 557.

ны и затем поднимают на поверхность. Простой химической обработкой из раствора получают чистую медь. Аналогично используют серобактерии, железобактерии. С помощью литотрофных бактерий в США получают 10% от общего количества всей производимой в стране меди<sup>1</sup>.

Кроме добычи полезных ископаемых, микроорганизмы используются для уничтожения сорняков, очистки сточных вод и т.д. Как правило, применение биологических эффектов позволяет создать экологически чистые технологии.

К банку биологических эффектов примыкает банк медицинских эффектов<sup>2</sup>.

**Социальные эффекты (социоэффекты).** Наиболее полным банком социальных эффектов, на наш взгляд, следует считать в ТРИЗ прежде всего наработки Г.С. Альтшуллера и И.М. Верткина по теории развития творческой личности (ТРТЛ), включая «Жизненную стратегию творческой личности» (ЖСТЛ)<sup>3</sup>. Эти эффекты есть в результатах исследования закономерностей развития коллективов<sup>4</sup>. Кроме того, к банку социальных эффектов следует отнести наработки по развитию научных коллективов<sup>5</sup>, а также другие исследования по закономерностям развития социальных систем, посвященных, например, созданию, развитию, стабилизации, преобразованию и разрушению коллективов<sup>6</sup>.

Приведем пример, взятый из названных работ. Так, в компании «Western Electric» организована игра под лозунгом «Вознаграждение за осторожность». Рабочие имеют специальные кодовые номера и ежедневно разыгрывают между собой в лотерею призы на сумму от 25 до 100 долларов. При возникновении на участке несчастного случая с потерей трудоспособности выигрыши в этот день снижаются вдвое и до конца недели лотерея не проводится. С 1956 года, когда начали применять этот метод, травматизм на предприятии снизился на 55%.

Одним из мощных банков социальных эффектов, созданных ещё в начале ушедшего века являются книги Дейла Карнеги<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Петров, В.М. Базовый курс ТРИЗ / В.М. Петров. – <http://trizfido.narod.ru/00/petrov.htm>

<sup>2</sup> Лихачев, А.Ю. Особенности построение банка данных по медицинским эффектам с учета принципа целостности. Некоторые системные и философские вопросы построения банка данных по медико-биологическим эффектам / А.Ю. Лихачев // Автоматизация поискового конструирования и подготовка инженерных кадров: тез. докл. III Всесоюз. конф. – Иваново, 1983. – С. 134–135.

<sup>3</sup> Альтшуллер, Г.С. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности / Г.С. Альтшуллер, И.М. Верткин. – Мн.: Беларусь, 1994. – 479 с.

<sup>4</sup> Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С.Альтшуллер, Б.Л.Злотин, А.В.Зусман, В.И.Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – С. 255–264; Злотин, Б.Л. Механизмы развития коллективов и общества / Б.Л. Злотин, А.В. Зусман // Журнал ТРИЗ. – 1994.– № 1. – С. 73–82.

<sup>5</sup> Злотин, Б.Л. Поиск новых идей в науке / Б.Л. Злотин, А.В. Зусман // Решение исследовательских задач. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991. – С.117–144.

<sup>6</sup> Злотин, Б.Л. Модели для творца / Б.Л. Злотин, А.В. Зусман // Журнал ТРИЗ. – 1994.– № 1. – С. 82–91.

<sup>7</sup> Карнеги, Д. Как завоевывать друзей и оказывать влияние на людей. Как перестать беспокоиться и начать жить. Как вырабатывать уверенность в себе и влиять на людей, выступая публично / Д. Карнеги. – Нальчик: ИЦ «ЭЛЬ-ФА», 1994. – 671 с.

Однако недостатком этих банков является их слабоструктурированный, описательно-рекомендательный характер. Вместе с тем, результаты этой огромной работы по сбору социальных эффектов представляют великолепную эмпирическую базу для проведения глубокой систематизации и разработки эффективных социальных инструментов.

**Психологические эффекты (психоэффекты).** Весьма тонкая граница отделяет психологическую сферу людей от широкой социальной жизни общества. Это «переплетение» – интереснейший предмет дальнейших исследований в рамках ТРИЗ. Вместе с тем, в рамках разработки АРИЗ, а затем курса «Развитие творческого воображения»<sup>1</sup> начато формирование банка психологических эффектов. Желание постичь «механизмы» возникновения психоэффектов привело разработчиков ТРИЗ к разработке оригинальной модели их появления в мыслительном процессе<sup>2</sup>. Многие находки по психологическим эффектам систематизированы в публикациях, посвященных результатам исследований по приемам рекламы<sup>3</sup>.

### Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под эффектом и для каких целей с конца 60-х гг. в ТРИЗ проводились работы по созданию фонда, а затем указателей физических эффектов и явлений?
2. Расскажите о химических эффектах, используемых в ТРИЗ.
3. Что скрывается за геометрическими (математическими) эффектами?
4. Как организованы существующие указатели эффектов (физические, химические, геометрические)?
5. Расскажите о биологических, социальных и психологических эффектах и возможностях их использования при решении изобретательских задач.

---

<sup>1</sup> Альтшуллер, Г. Краски для фантазии. Прелюдия к теории развития творческого воображения / Г. Альтшуллер // Шанс на приключение / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – С. 237–303; Злотин, Б. Развитие творческого воображения / Б. Злотин. – Л., 1976. – 70 с. (рукопись); Злотин, Б. Развитие творческого воображения: учебное пособие для II курса УИР / Б. Злотин, С. Литвин. – Л.: ЛОП НТО «Машпром», 1977. – 72 с. (рукопись); Литвин С. Развитие творческого воображения: учебно-методическое пособие для инженеров и изобретателей / С. Литвин. – Л. 1978. – 98 с. (рукопись).

<sup>2</sup> Шмаков, Б.В. Функциональный подход в моделировании мыслительного процесса: наработка и коррекция / Б.В. Шмаков // Опыт применения современных методов и средств обучения в Челябинском государственном техническом университете: тез. докл. науч.-методич. конф. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – С. 18–27; Лихолетов, В.В. Развитие творческого воображения / В.В. Лихолетов, Б.В. Шмаков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 164 с.

<sup>3</sup> Викентьев, И.Л. Приемы рекламы: методика для рекламодателей и рекламистов (14 практических приложений и 200 примеров) / И.Л. Викентьев. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1993. – 144 с.; Викентьев, И.Л. Приемы рекламы и PUBLIC RELATION. Часть I / И.Л. Викентьев. – СПб.: Изд-во ТОО «ТРИЗ-ШАНС», 1995. – 228 с.

## 2.12. Стандарты на решение изобретательских задач

Анализ патентного фонда показал, что **все изобретательские задачи можно разделить на два вида: типовые и нетиповые**. Типовые решаются по четким правилам в один-два хода. Правила, основанные на известных законах развития технических систем, указывают, как должна быть преобразована исходная система. Называются такие правила **стандартами на решение изобретательских задач**, а совокупность этих правил, определенным образом классифицированных, называется системой стандартов.

Безусловно, задачи, которые сегодня относятся к нетиповым, завтра, после выявления еще не известных закономерностей, могут также стать типовыми.

Стандарты на решение изобретательских задач появились как особо сильные сочетания приемов и физических эффектов, они составили первую, еще немногочисленную группу стандартов.

К этой группе были присоединены правила преобразования технических систем, вытекающие из законов развития. Возникла система стандартов, регулярно пополняемая и совершенствуемая (рис. 24).

Современная система, включает 76 стандартов. Все стандарты разбиты на 5 классов (см. Приложение 2). Порядок их расположения отражает ключевые направления развития технических систем (и не только их)<sup>1</sup>.

**Класс 1** – построение и разрушение вепольных моделей – включает ряд конкретных преобразований по достройке и разрушению веполей в зависимости от тех или иных ограничений, приведенных в условиях исходных задач.

**Класс 2** – развитие вепольных моделей – описывает способы, позволяющие путем сравнительно небольших усложнений существенно повысить эффективность работы соответствующей модели технической системы.

**Класс 3** – переход к надсистеме и на микроуровень – продолжает линию стандартов класса 2 на форсирование вепольных моделей. Стандарты классов 2 и 3 базируются на использовании законов развития технических систем, в т.ч. законов развертывания-свертывания, повышения динамичности и управляемости, перехода на микроуровень, согласования-рассогласования и т.д.

**Класс 4** – стандарты на обнаружение и измерение систем – составляют особый комплекс, поскольку решение таких задач имеет ряд характерных особенностей. Однако в целом направление развития измерительных систем соответствует общим законам развития, вследствие чего стандарты этого класса имеют много общего со стандартами классов 1–3.

**Класс 5** – стандарты на применение стандартов – имеет важное значение для получения эффективных решений изобретательских задач.

---

<sup>1</sup> Достаточно часто в науке обнаруженные в одной области человеческой деятельности частные (по начальному разумению) закономерности, обнаруживают свою работоспособность при переносе в другие сферы. Это говорит о том, что ученым на локальной выборке удалось выйти на закономерности более высокого порядка, т.е. более общие законы.



Рис. 24. Система стандартов на решение изобретательских задач

Безусловно, многие задачи могут быть решены «с позиции силы» – прямым введением в систему дополнительных веществ и полей. Однако такие решения бывают малоэффективны. Для получения изобретения высокого уровня нужно преодолеть противоречие: вещество (или поле) должно быть введено и не должно быть введено. Именно пятый класс стандартов показывает пути преодоления таких противоречий.

Применение большинства стандартов 1–4 классов приводит, по сути дела, к развертыванию технической системы. Пятый же класс стандартов предназначен для свертывания полученных моделей.

**Укрупненный алгоритм применения системы стандартов** предусматривает следующую последовательность шагов (рис. 25):

1. Определить, какого рода предлагаемая задача: на изменение или измерение (обнаружение);
2. Если задача на изменение, то нужно построить исходную вепольную модель, исходя из условий задачи. Если исходная модель – неполный веполь, то необходимо обратиться к стандартам подкласса 1.1; если вредный веполь – к стандартам подкласса 1.2; если неэффективный – к стандартам классов 2 и 3;
3. Если задача на измерение, следует использовать стандарты класса 4;

4. Найдя решение, проверить, нельзя ли свернуть полученную модель с помощью стандартов класса 5. К этому же классу нужно обращаться в случаях, когда в условиях задачи имеется запрет на введение веществ или полей.

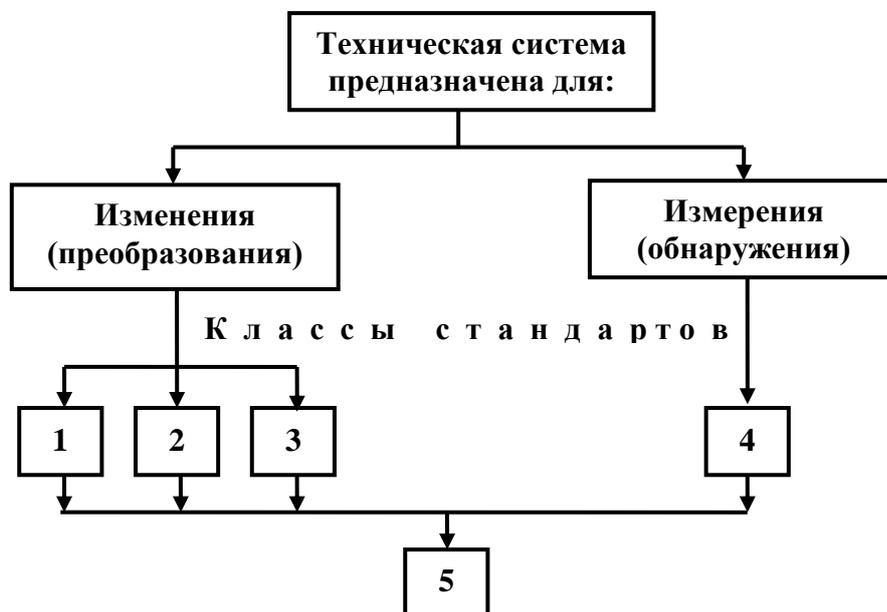


Рис. 25. Укрупненный алгоритм применения системы стандартов на решение изобретательских задач

Следует подчеркнуть, что система стандартов проста и логична. Стандарты, согласно Г.С. Альтшуллеру<sup>1</sup>, позволяют сразу и на высоком уровне решать до 10–20% сложных современных задач. Кроме того, стандарты могут быть использованы в целях прогнозирования, для частичного решения нестандартных задач, для развития и усиления полученных решений.

### Вопросы для самопроверки

1. Что понимается в ТРИЗ под понятием «стандарты на решение изобретательских задач»?
2. Какова существующая система стандартов?
3. Раскройте содержание всех классов стандартов.
4. Каков укрупненный алгоритм применения системы стандартов на решение изобретательских задач?

<sup>1</sup> Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач)/ Г.С.Альтшуллер, Б.Л.Злотин, А.В.Зусман, В.И.Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – С. 100.

## 2.13. Решение нетиповых задач на базе ТРИЗ. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)

Наряду с типовыми задачами, решаемыми по четким правилам за один ход, существуют задачи нетиповые и многоходовые. Для их решения нужна программа, позволяющая шаг за шагом продвигаться к ответу. Такая программа, использующая все методы и средства ТРИЗ называется **алгоритмом решения изобретательских задач** (далее – **АРИЗ**). АРИЗ возник и развивался вместе с ТРИЗ<sup>1</sup>. Первоначально АРИЗ назывался «методикой изобретательского творчества».

Аббревиатура АРИЗ впервые использована в книге Г.С. Альтшуллера «Алгоритм изобретения»<sup>2</sup>. В дальнейшем модификации АРИЗ включали указание на год публикации, например, АРИЗ: 71, 71Б, 71В, 75, 77, 82А, 82Б, 82В, 82Г, 85А, 85Б, 85В (цифры – год выхода версии, буква – модификации версии). При разработке последних модификаций алгоритма (АРИЗ-77, АРИЗ-82, АРИЗ-85) учтены замечания и рекомендации многих специалистов по ТРИЗ. Хороший обзор модификаций АРИЗ дан в работе В.А. Королева<sup>3</sup>.

Внешне АРИЗ представляет собой программу последовательной обработки изобретательских задач. Законы развития технических систем заложены в самой структуре программы или выступают в «рабочей одежде» – в виде конкретных операторов. С помощью этих операторов изобретатель шаг за шагом (без пустых проб) выявляет физическое противоречие (ФП) и определяет ту часть технической системы, к которой оно «привязано». Затем используются операторы, изменяющие выделенную часть системы и устраняющие ФП. Тем самым, трудная задача (не первого уровня) переводится в легкую задачу (первого уровня).

АРИЗ имеет специальные средства преодоления психологической инерции. Ряд авторов полагают, что справиться с психологической инерцией нетрудно, достаточно помнить о её существовании. Если бы это было так! Психологическая инерция поразительно сильна. Нужны не призывы помнить о ней, а конкретные операторы преобразования задачи. Например, условия задачи обязательно должны быть освобождены от специальной терминологии, потому что термины навязывают изобретателю старые и трудноизменяемые представления об объекте.

При разработке АРИЗ проводился систематический анализ патентного фонда. Выделялись и исследовались изобретения третьего и более высоких уровней, определялись содержащиеся в них технические и физические противоречия и типовые приемы их устранения. Для таблицы применения типовых приемов (см. выше) в последних модификациях АРИЗ было проанализировано около 40 тыс. описаний отобранных изобретений высших уровней. Затем в течение ряда лет табли-

---

<sup>1</sup> Впервые словосочетание «алгоритм решения изобретательских задач» было использовано в приложении «Технико-экономические знания» к еженедельнику «Экономическая газета» за 1 сентября 1965 г.

<sup>2</sup> Альтшуллер, Г.С. Алгоритм изобретения Г.С. Альтшуллер. – М.: Моск. рабочий, 1969. – 270 с.

<sup>3</sup> Королев, В.А. Современные тенденции развития АРИЗ / В.А. Королев // Технологии творчества. 1998. – № 1. – С. 8–23.

ца корректировалась: вводились прогностические поправки, она проверялась на новых задачах. Таблица не только отражает коллективный опыт огромного числа изобретателей, но и имеет солидный запас прогностической прочности.

Для новых модификаций АРИЗ, как уже отмечалось, разработаны таблицы применения физических эффектов, создан «Указатель применения физических эффектов и явлений». С помощью таблиц можно определить эффекты, наиболее подходящие для преодоления содержащегося в задаче противоречия. «Указатель» дает сведения о самих эффектах и веществах, реализующих эти эффекты.

В сущности, АРИЗ организует мышление изобретателя так, как будто в распоряжении одного человека имеется опыт всех (или очень многих) изобретателей. Очень важно, что этот опыт применяется талантливо. Обычный, даже очень опытный изобретатель черпает из опыта решения, основанные на внешней аналогии: вот эта новая задача похожа на такую-то старую задачу, значит, и решения должны быть похожи. Изобретатель, работающий по АРИЗ, видит намного глубже: вот в этой новой задаче есть такое-то ФП, значит, можно использовать решение из старой задачи, которая внешне совсем не похожа на новую, но содержит аналогичное ФП. Любому стороннему наблюдателю такие ходы кажутся проявлением мощной интуиции.

Таким образом, АРИЗ – пошаговая программа для анализа и решения изобретательских задач. Его последние модификации АРИЗ включают три компонента:

- 1) **программу;**
- 2) **информационное обеспечение;**
- 3) **методы управления психологическими факторами.**

**Программа АРИЗ** представляет собой последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий (см. основную линию АРИЗ), анализу исходной ситуации и выбору задачи для решения, синтезу решения, анализу полученных решений и выбору наилучшего из них, развитию полученных решений, накоплению наилучших решений и обобщению этого материала для улучшения способа решения других задач. Структура программы и правила ее выполнения базируются на законах и закономерностях развития техники.

**Информационное обеспечение** питается из информационного фонда, который включает систему стандартов на решение изобретательских задач; технологические эффекты (физ-, хим-, био- или математических, в частности, наиболее разработанных из них на сегодня – геометрических); **приемы устранения противоречий; способы применения ресурсов** (природы и техники).

**Методы управления психологическими факторами** необходимы вследствие того, что программа АРИЗ предназначена не для компьютера и задачи решаются не автоматически, а с помощью человека. Поэтому у решателя часто возникает **психологическая инерция**, которой необходимо управлять. Кроме того, эти методы позволяют развить творческое воображение, которое необходимо для решения сложных изобретательских задач.

Рассмотрим структуру модификации АРИЗ-85В, текст, которого приводится в Приложении 3. Текст алгоритма снабжен комплексом правил, пояснений и примеров, которые хотя и увеличивают объем методики, но зато упрощают её ис-

пользование. Все комментарии и правила нужны лишь при освоении алгоритма, впоследствии (после освоения) они становятся почти ненужными.

Структурно АРИЗ-85В содержит в себе 9 частей (рис. 26):

1. Анализ задачи.
2. Анализ модели задачи.
3. Определение идеального конечного результата (ИКР) и ФП.
4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПР).
5. Применение информационного фонда.
6. Изменение и/или замена задачи.
7. Анализ способа устранения ФП.
8. Применение полученного ответа.
9. Анализ хода решения.

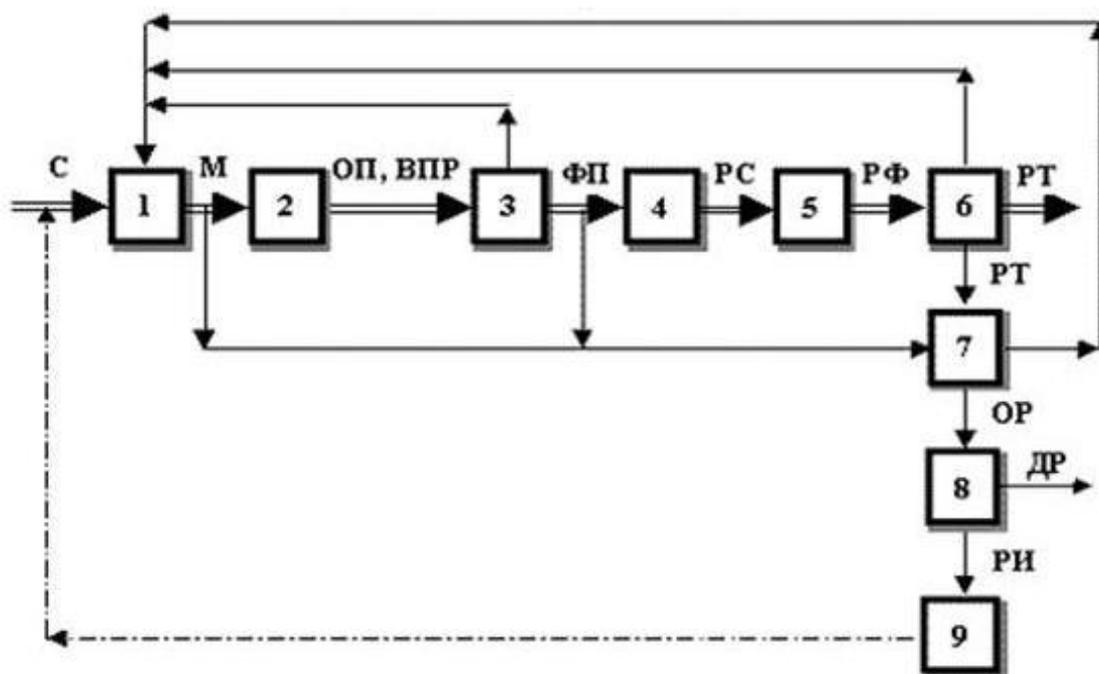


Рис. 26. Структурная схема АРИЗ-85В:

блоки 1–9 – части АРИЗ; С – ситуация; М – модель; ОП – оперативные параметры (здесь: ОЗ – оперативная зона, ОВ – оперативное время); ВПР – вещественно-полевые ресурсы; ФП – физическое противоречие; РС, РФ, РТ – решения: структурное, физическое и техническое; ОР – оценка решения; ДР – другие решения; РИ – развитие идеи

Прежде чем приступить к решению задачи по АРИЗ, сначала её формулируют. Это надо делать в связи с тем, что обычно заказчик (задачедатель) предоставляет не задачу, а туманную **ситуацию (С)**. Её называют **изобретательской** (см. п. 2.2), она, как правило, содержит несколько поверхностных противоречий (ПП):

$$C = f(ПП_1, ПП_2 \dots ПП_n) \quad (12)$$

Выбор задачи из изобретательской ситуации сводится, по факту, к выбору поверхностного противоречия. Этот процесс частично рассматривался нами раньше.

**Цель первой части АРИЗ** – перейти от поверхностного противоречия «ПП» к модели «М» задачи (рис. 27), представляющей собой два элемента системы (конфликтующую пару) и углубленное противоречие (УП) между ними.

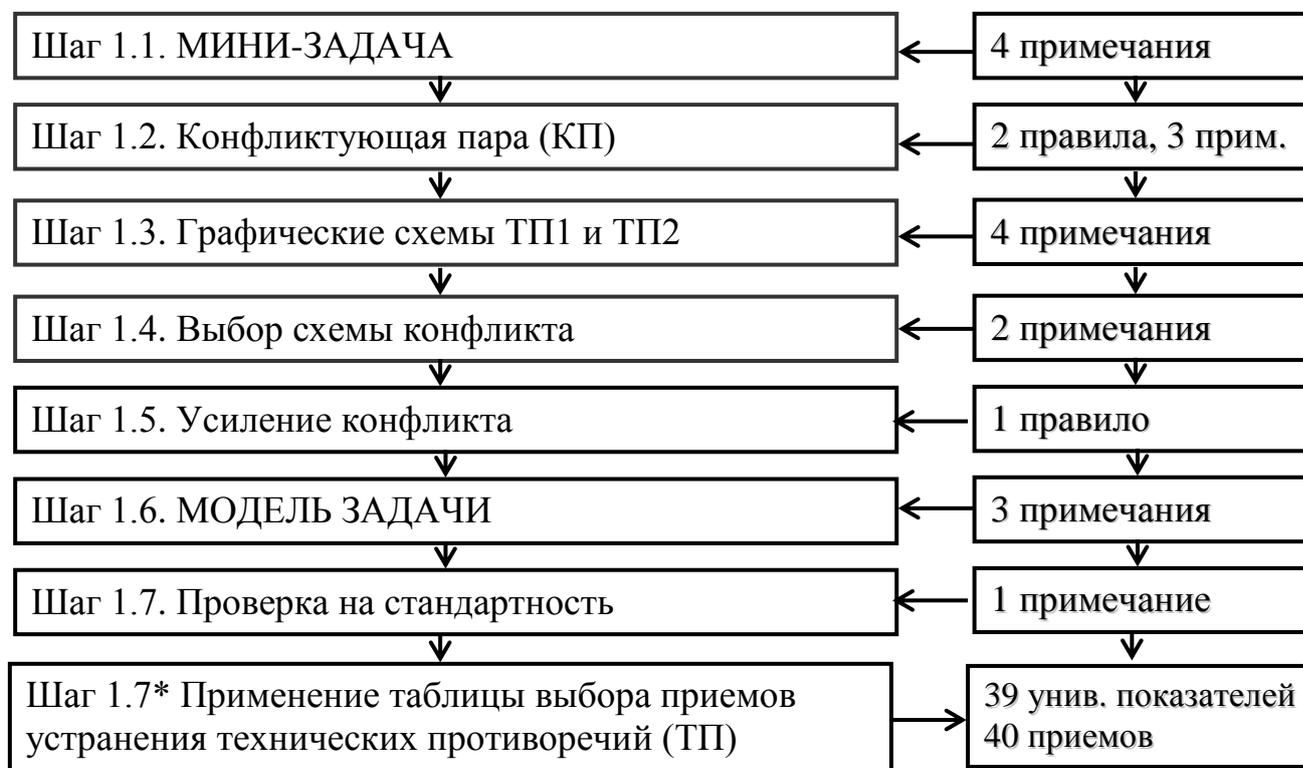


Рис. 27. Состав шагов на первой части АРИЗ

Для АРИЗ свойственно постепенное сужение анализируемой области (области рассмотрения) в системе. Вначале рассматривается изобретательская ситуация со многими элементами и конфликтами. Из всех элементов отбирают только два – конфликтующую пару (КП), а затем переходят от пары элементов к одному, который и исследуется на следующих частях АРИЗ.

В конце первой части модель представляют в вепольном виде и преобразуют эту модель в соответствии с тенденциями развития вепольных систем. Иногда это сразу приводит к решению задачи.

Тогда рекомендуется проверить решение – перейти к седьмой части (на рис. 26 это показано стрелкой вниз), и даже если оно удовлетворяет, продолжить решение задачи по АРИЗ, начиная со второй части. При этом возможно получение ещё более лучшего решения.

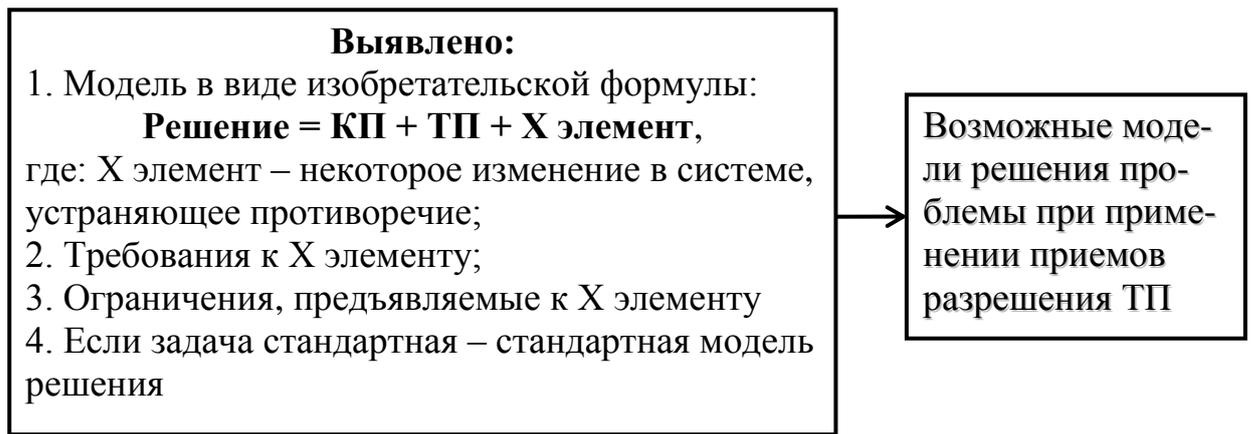


Рис. 28. Результаты работы по первой части АРИЗ

Во **второй части АРИЗ** предельно сужают область исследования, определяя оперативные параметры (ОЗ и ОВ) и вещественно-полевые ресурсы (рис. 29).

**Цель второй части АРИЗ** – учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространств, времени, веществ и полей.



Рис. 29. Состав шагов на второй части АРИЗ

На **третьей части АРИЗ** определяют идеальный конечный результат (ИКР) и обостренное противоречие (ОП). Формулируя ОП, необходимо следить за выполнением логики АРИЗ. Если она не соблюдена, то следует вернуться к первой части и откорректировать модель задачи. Кроме того, осуществляют попытку полу-

чить структурное решение, используя стандарты на решение изобретательских задач (рис. 30). Если решение найдено, то его проверяют, переходя к седьмой части и продолжают решение, начиная с четвертой части.

В результате применения третьей части АРИЗ должен сформироваться образ идеального решения (ИКР). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР.

Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.



Рис. 30. Состав шагов на третьей части АРИЗ

Следует обратить внимание на то, что три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу.

Итог этой перестройки подводит шаг 3.5.

Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу – физическую. Поэтому в дальнейшем следует решать именно эту задачу.

На **четвертой части АРИЗ** (рис. 31) мобилизуют и применяют **вещественно-полевые ресурсы (ВПР)**, выявленные на второй части. Использование ВПР позволяет получить более идеальное решение.

Ранее – на шаге 2.3. – были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно.

Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР.

Если шаги 3.3.–3.5. начинают переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики, то четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

На шаге 4.1. (см. рис. 31) используется метод «моделирования маленькими человечками» (ММЧ). Суть метода ММЧ в том, что конфликтующие требования

схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число «маленьких человечков» (группа, несколько групп, «толпа»). Изображать в виде «маленьких человечков» следует изменяемые части модели задачи (инструмент, элемент).

«Конфликтующие требования» – это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5. Вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (3.5) к ММЧ. Легче рисовать «конфликт» в модели задачи.

Вообще шаг 4.1 – вспомогательный, он нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР нагляднее представить – что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ неё. Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие («что надо сделать») без физики («как это сделать»). Благодаря этому снимается психологическая инерция, форсируется работа воображения. ММЧ, таким образом, метод психологический.

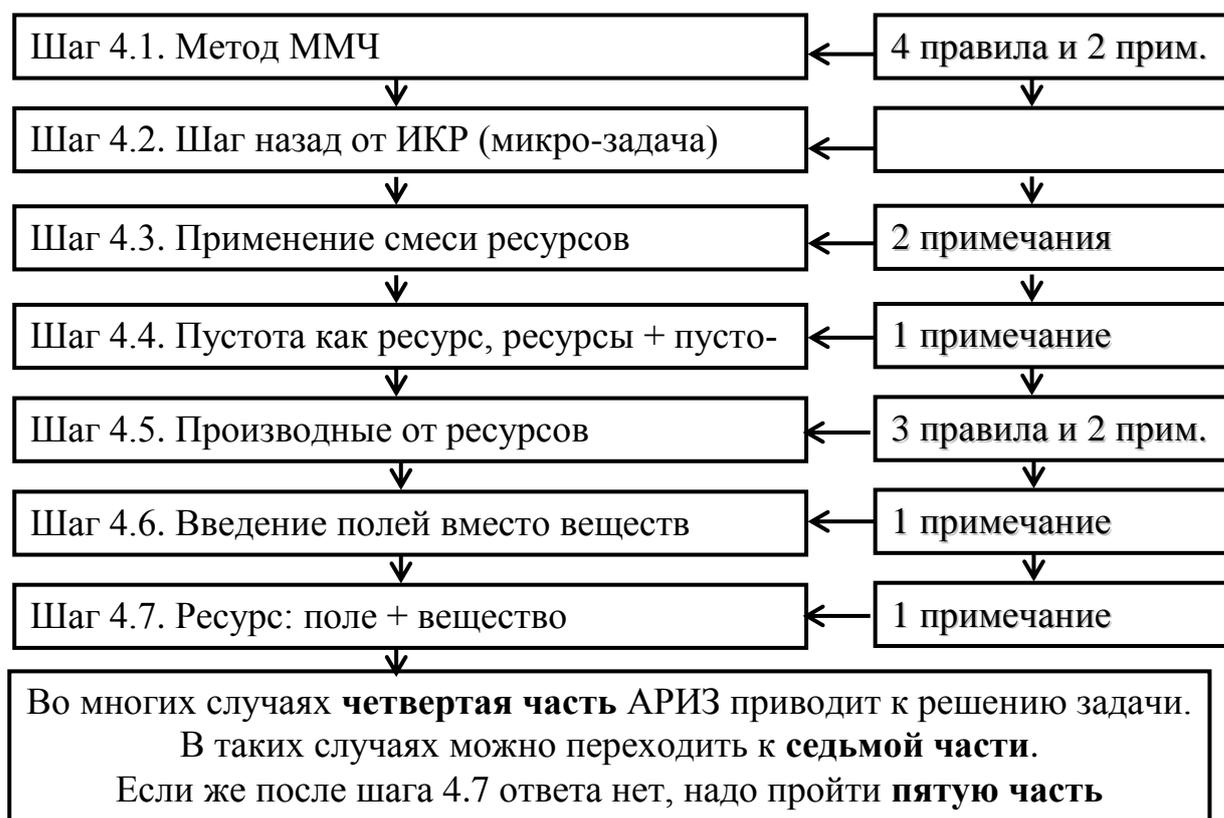


Рис. 31. Состав шагов на четвертой части АРИЗ

**Пятая часть** АРИЗ предназначена для разрешения обостренного противоречия (ОП). Для этой цели используется информационный фонд (стандарты на решение изобретательских задач, задачи-аналоги, технологические эффекты, приемы). Если решение найдено, то переходят к седьмой части и проверяют его, а затем продолжают решение по 6–9 частям.

Цель пятой части АРИЗ – использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ.

К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется – становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

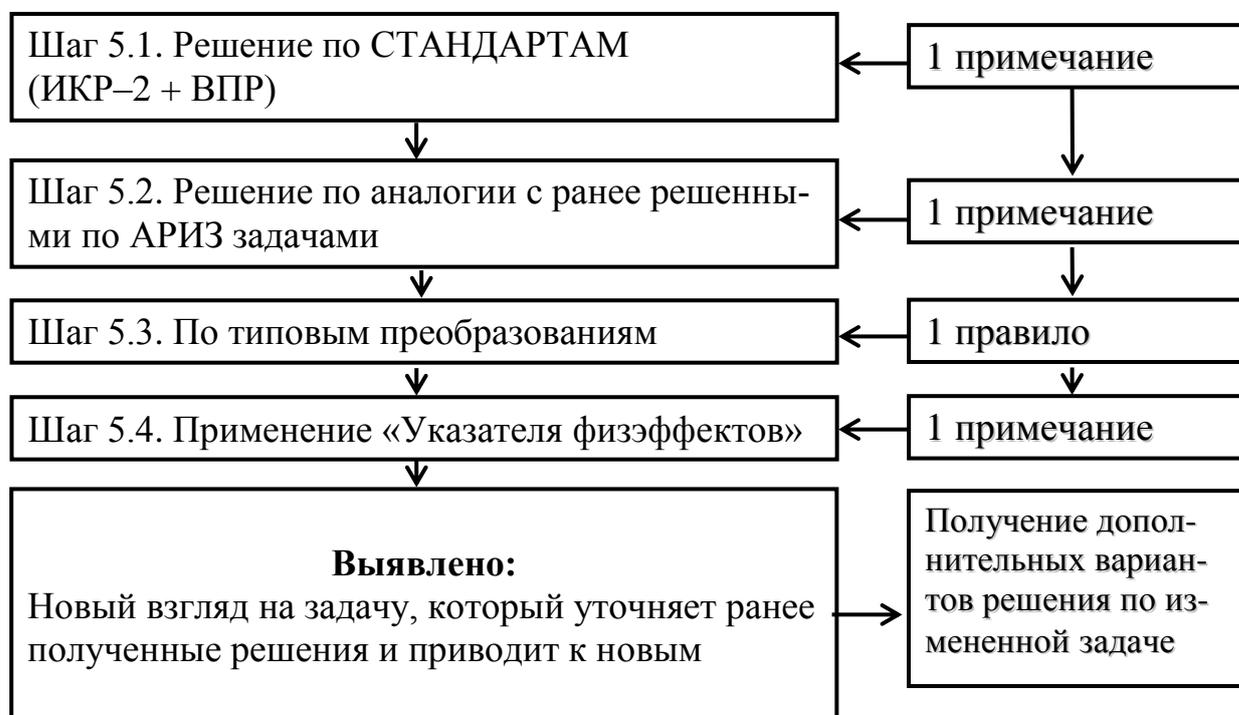


Рис. 32. Состав шагов на пятой части АРИЗ

Основная цель **шестой части** алгоритма (рис. 33) – переход от физического решения к техническому. Для этого необходимо сформулировать технический способ осуществления физического решения, разработать конструктивное воплощение и технологическую реализацию. Если решение не получено, то рекомендуется вернуться к первой части (на рис. 26 это показано в виде петли обратной связи), заново сформулировать УП и решать задачу. Если и в этом случае не получено решение, то снова формулируют модель задачи, выбрав другое ПП. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз – с переходом к надсистеме (системе более высокого ранга).

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве.

Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи – снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными.

Для правильного понимания задачи необходимо её сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно.

Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.



Рис. 33. Состав шагов на шестой части АРИЗ

В **седьмой части** алгоритма (рис. 34) осуществляется **анализ полученного решения** и определение его пригодности для конкретных производственных условий, т.е. проводится **оценка решения (ОР)**. Один из приемов оценки решения - это сравнение его с ИКР. Степень близости полученного решения к ИКР определяет качество полученного решения.

Главная цель седьмой части АРИЗ – проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, «без ничего».

Лучше потратить 2–3 часа на получение нового – более сильного – ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую слабую идею.

В результате оценки решения могут возникнуть две ситуации: полученное решение приемлемо или неприемлемо (удовлетворяет или не удовлетворяет требованиям ИКР и заказчика).

В первом случае идею решения развивают с помощью восьмой части и оценивают ход решения в девятой части. Когда решение по каким-то причинам не устраивает, то целесообразно вернуться к первой части (петля обратной связи на рис. 26 показана штрихпунктирной линией) и сформулировать другую модель задачи.

Если решение годится, то следует проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения и выявить подзадачи, возникающие при технической разработке полученной идеи, записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчетные и организационные. После этого развивают идею решения и оценивают ход решения в соответствии с восьмой и девятой частями.

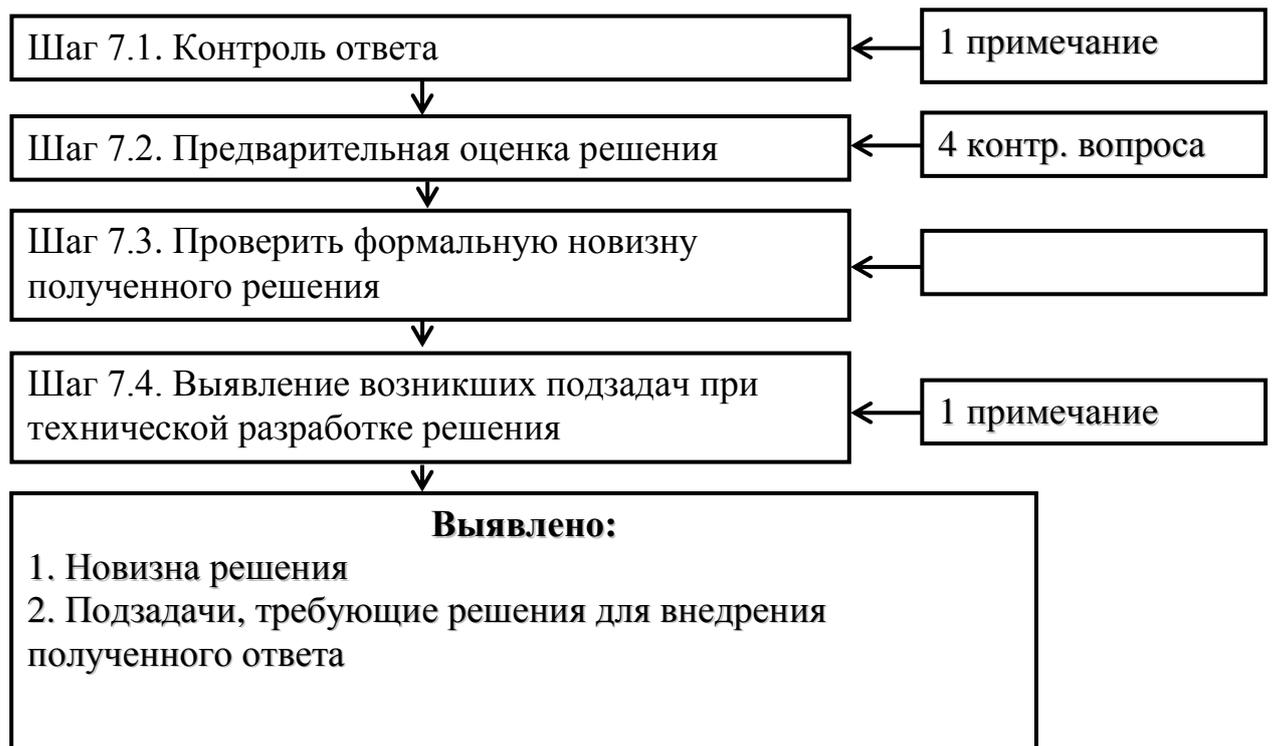


Рис. 34. Состав шагов на седьмой части АРИЗ

В **восьмой части** алгоритма (рис. 35) развивается идея решения по трем направлениям. Первоначально определяется соответствие полученного решения надсистеме, куда должна входить рассматриваемая в задаче система. Такое соответствие зависит от уровня полученного решения: принципиально новое – «пионерское» (например, изобретение самолета, радио, лазера, компьютера и т.п.); не принципиально новое – не пионерское.

Если решение не «пионерское», то решение подстраивается под систему и надсистему. Прежде всего следует выяснить взаимосвязи разработанной системы с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных явлений. Это осуществляется в соответствии с законами развития технических систем, например, согласованием параметров, форм, связей, веществ и полей вновь создаваемой системы с надсистемой и окружающей средой.

Кроме того, осуществляется согласование процессов по времени, в частности, согласование ритмики работы.

Если при этом выявляются какие-то недостатки, то они устраняются. Часто в таких случаях устранение этих недостатков является новой задачей, которая тоже может быть решена по АРИЗ.

После этого решение дорабатывается конструктивно, технологически, а также разрабатываются мероприятия по использованию полученного решения.

Если решение «пионерское», то для его осуществления, как правило, следует изменить надсистему.

Пожалуй, с особым упорством психологическая инерция проявляется в сохранении старой формы в новых изобретениях. Много таких примеров хранит богатая история развития техники, достаточно вспомнить некоторые из них.

Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам.

Восьмая часть АРИЗ имеет своей целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.

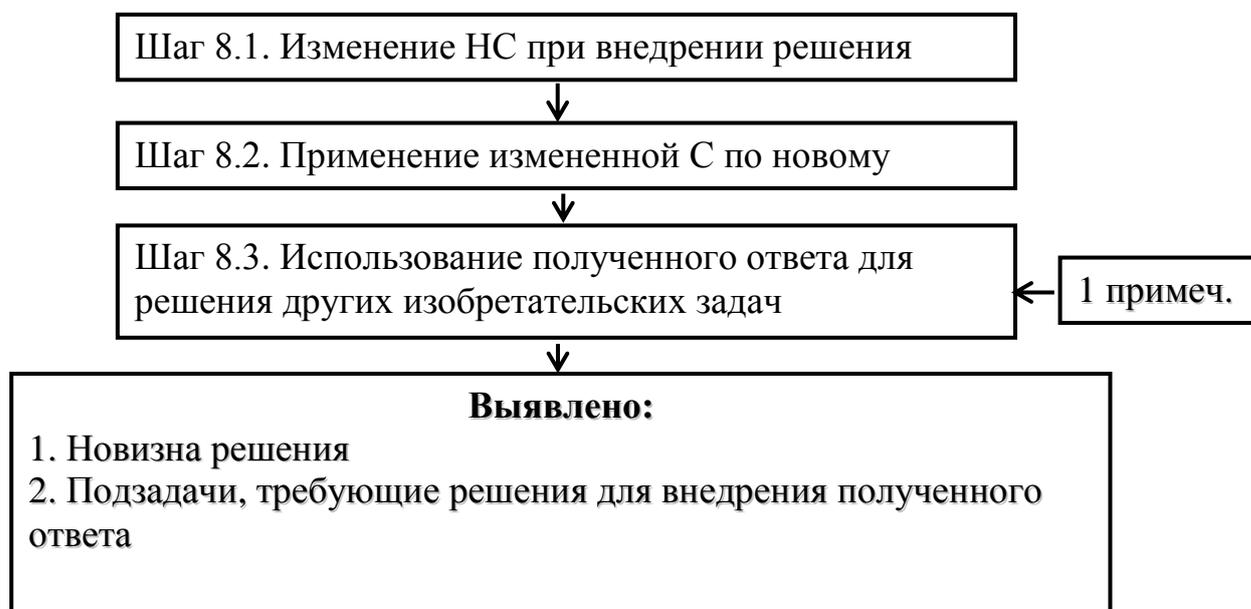


Рис. 35. Состав шагов на восьмой части АРИЗ

**Девятая часть АРИЗ.** Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения.

Цели **девятой части** алгоритма (рис. 36) – совершенствование навыков пользования АРИЗ и усовершенствование самого АРИЗ. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения задачи по всем шагам АРИЗ с реальным. Тем самым производится оценка хода решения.

После получения решения достаточно легко представить идеальный ход решения, ибо «с вершины» полученного решения легче увидеть наиболее быстрый, легкий и точный путь, который ведет к вершине этого решения.

При сравнении реального решения с идеальным легче обнаружить просчеты и неточности, допущенные при решении. Следует тщательно разобраться в причинах этих ошибок, запомнить их и учесть при решении других задач. За счет такого анализа совершенствуется методика решения, значительно эффективнее и быстрее происходит её освоение.

Иногда ошибки совершаются не потому, что вы не знаете АРИЗ, а из-за его несовершенства. Тогда такие ошибки собираются и систематизируются, чтобы устранить недостатки алгоритма.

Так постепенно совершенствуется сам АРИЗ. В этом состоит смысл девятой (завершающей) части АРИЗ (т.е. саморазвитие алгоритма).

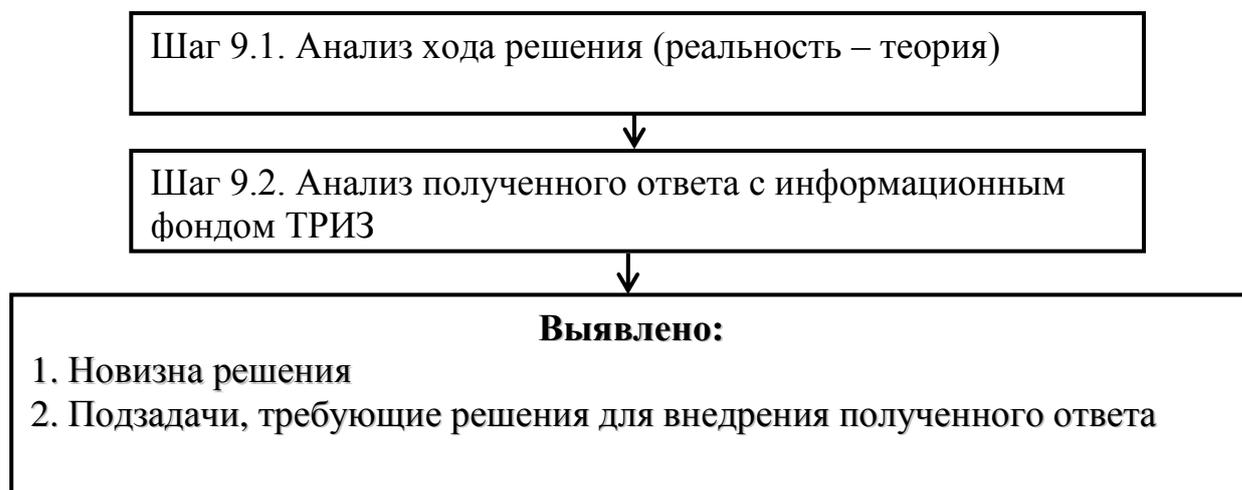


Рис. 36. Состав шагов на девятой части АРИЗ

Подводя итоги рассмотрения структуры АРИЗ-85В, отметим, что данный алгоритм опробован на многих задачах – практически на всем фонде задач, используемом при обучении ТРИЗ.

Забывая об этом, иногда «с ходу» предлагают усовершенствования, основанные на опыте решения одной задачи. Для этой одной задачи предлагаемые изменения может быть и хороши, но, облегчая решение одной задачи, они, как правило, затрудняют решение всех других задач.

Любое предложение, как отмечается в заключении АРИЗ-85В, желательно вначале испытать вне АРИЗ. Так было, например, с методом моделирования маленькими человечками (ММЧ). После введения в АРИЗ каждое изменение должно быть опробовано разбором как минимум 20–25 достаточно трудных задач.

АРИЗ постоянно совершенствуется и потому нуждается в притоке новых идей, но эти идеи должны быть сначала тщательно проверены.

Таким образом, АРИЗ – инструмент для мышления, а не вместо мышления. Поэтому нельзя спешить, надо тщательно обдумывать формулировку каждого шага, обязательно записывая на полях все соображения, возникающие по ходу решения задачи.

АРИЗ – инструмент для решения нестандартных задач. Однако, прежде чем решать какую-либо задачу, надо проверить: может быть, ваша задача решается по стандартам?

Безусловно, надо подчеркнуть, что АРИЗ вовсе не предназначен для того, чтобы давать обязательно самое наилучшее решение задачи. Назначение АРИЗ – дать одно из лучших решений. Именно это лежит в основе тех операций, которые используются в АРИЗ.

## Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) и каковы его основные компоненты?
2. Раскройте структуру «классического» АРИЗ-85В.
3. Кратко охарактеризуйте состав шагов, осуществляемых на всех частях АРИЗ-85В, а также поясните, какие цели достигаются при этом.

### 2.14. Решение исследовательских задач. Обращение задач. Понятие о «диверсионном подходе» («диверсионке»)

Обычно решением изобретательских задач нужды производства не исчерпываются. На практике людям часто приходится сталкиваться и с проблемами иного характера – задачами исследовательскими, в которых нужно найти, а главное, объяснить причины того или иного наблюдаемого явления, например причины появления производственного брака.

Можно ли решать такие задачи, исключив необходимость перебора многочисленных вариантов и как при этом использовать ТРИЗ? Ведь в самой постановке исследовательской задачи в большинстве случаев имеется явное или скрытое указание на противоречие: «...явление происходит (или не происходит), в то время как по имеющимся представлениям должно быть наоборот...».

Решение исследовательской задачи означает снятие данного противоречия, выяснение того, в чем наши представления ошибочны. Анализ решений исследовательских задач, проведенный специалистами по ТРИЗ<sup>1</sup>, показал, что наиболее эффективным в таких случаях является применение приема, который получил название **обращение исследовательской задачи**, заключающегося в том, что вместо основного вопроса «как это явление объяснить?» переходят к вопросу «как это явление получить?» Таким образом, происходит превращение исследовательской задачи в изобретательскую, в результате решения которой получают одну или несколько гипотез, подлежащих дальнейшей проверке с целью подтверждения или отклонения.

Прием обращения позволяет применить для решения исследовательских задач весь известный аппарат ТРИЗ. При этом есть ряд особенностей. Например, при решении изобретательской задачи использование ресурсов всегда предпочтительнее, но не обязательно (возможно и введение веществ, полей «со стороны»), в то время как **решение обращенных исследовательских задач всегда достигается за счет ресурсов**. Очень часто самым эффективным является ресурс изменения, т.е. те изменения, несоответствия условиям задачи, при которых ожидалось появление известного решения. Кроме того, не менее часто решение исследователь-

---

<sup>1</sup> См.: Поиск новых идей: от озарения к технологии / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: Картия Молдлвеняскэ, 1989. – С. 123–132.

ской задачи состоит в нахождении некоторого скрытого физического, химического и т.п. эффекта, системного свойства, приводящего к непонятному явлению.

Решение исследовательских задач включает ряд операций, последовательность которых приведена в Приложении 5.

Еще одно важнейшее направление использования приема «обращение задачи» – выявления скрытых дефектов в деталях и конструкциях, скрытых недостатков в технологических процессах, как действующих, так и на стадии их проектирования. В этом случае можно воспользоваться модификацией приема «обращение» – «диверсионным подходом» («диверсионкой»). Об этом речь уже шла выше при рассмотрении взаимосвязи анализа и синтеза при решении задач.

Сущность диверсионного подхода заключается в том, что при анализе конструкции или технологии задается вопрос: как этот объект испортить?

Иначе говоря, как добиться дефектов и брака, причем так, чтобы его не могли выявить ни отдел технического контроля (ОТК), а также никакие другие методы контроля? Другими словами, по сути дела, нужно «придумать диверсию». А после того, как способы «испортить» деталь (или объект в целом) будут найдены, естественно возникает совершенно новая задача: как этого не допустить?

Специалисты по ТРИЗ утверждают, что такого рода анализ необходим не только для готовящихся к выпуску изделий или конструкций, проектируемых технологий, но особенно для новых нормативно-правовых актов (юридических законов, правительственных постановлений и проч.), а также (это исключительно важно!) для выявления и устранения возможностей аварий и катастроф, экспертизы крупномасштабных проектов на экологическую безопасность с целью своевременного выявления возможных нежелательных последствий и их недопущения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем суть исследовательских задач и чем они отличаются от изобретательских?
2. Почему для решения исследовательских задач используется метод «обращение задачи» и «диверсионный подход»?
3. В чем состоит сущность «диверсионного подхода»?
4. По какой причине расширяется сфера применения «диверсионного подхода» в современном мире?

### **2.15. Закономерности организации, функционирования и развития систем, сформулированные и обобщенные в ТРИЗ**

Идея эволюции и постоянного развития, а также существования объективных закономерностей этого процесса входила в жизнь людей в борьбе с религиозными догмами, утверждавшими незыблемость созданного однажды мира. Эволюционные гипотезы появлялись сначала в отдельных науках: космогоническая гипотеза

Канта-Лапласа в астрономии, учение о непрерывных изменениях земной поверхности в геологии Лайеля, эволюционная теория в биологии Дарвина.

Осмыслив эти теории с философских позиций, Г. Гегель заложил основы диалектики – науки о всеобщем развитии. К. Маркс и Ф. Энгельс наполнили её материалистическим содержанием, превратив в мощный инструмент анализа и обобщений. Материалистическая диалектика утверждает, что любая сторона человеческой деятельности, любой элемент окружающей нас действительности развивается по определенным законам, вытекающим из общих законов диалектики, которые могут быть выявлены и целенаправленно использованы человечеством. Первый опыт такой работы принадлежит К. Марксу и Ф. Энгельсу, выявившим закономерности развития человеческого общества.

Работа по выявлению конкретных закономерностей развития отдельных областей человеческой деятельности, а также окружающей действительности продолжается. Эволюционные идеи сегодня широко внедряются в физику – в работах И. Пригожина и его школы по созданию неравновесной термодинамики и на её базе – синергетики, изучающей эволюции структур<sup>1</sup>. Вводится эволюционный подход в искусствоведении, науковедении, психологии и т.п.<sup>2</sup>

Эволюционный подход сегодня становится определяющим в любой науке, превращается в единый язык, связующее звено, обеспечивающее единство науки при нарастающей тенденции к специализации и дифференциации.

Известны два основных дополняющих друг друга принципа изучения эволюционных процессов: актуализм (современность – ключ к познанию прошлого) и историзм (прошлое – ключ к познанию настоящего). Законы развития выявляются путем изучения соответствующего информационного фонда с учетом требований, изложенных ранее. Сегодня можно говорить еще об одном пути поиска закономерностей, основанном на близости законов развития в разных областях, вытекающем из единства картин развития мира, общедиалектических положений. Так, специалисты отмечают<sup>3</sup>, что «... основные закономерности строения биологических систем всеобщие... Принцип универсальности имеет существенное гносеологическое значение, т.к. заставляет частную закономерность рассматривать как потенциально всеобщую и искать границы ее применения».

Однако неоднократные попытки прямого переноса биологических закономерностей в другие области (социал-дарвинизм, «технический» дарвинизм и т.п.) оказывались неудачными. Причина неудач – в трудностях, возникающих при сопоставлении разных наук, выявлении глубоких скрытых аналогий, преодолении терминологических сложностей. Сегодня ясно, что такого рода перенос оправдан

---

<sup>1</sup> Пригожин, И. От существующего к возникающему / И. Пригожин. – М.: Наука, 1985. – 328 с.

<sup>2</sup> Виппер, Б.Р. Введение в историческое изучение искусства / Б.Р. Виппер. – М.: Изобразительное искусство, 1985. – 288 с.; Лакатос, И. История науки и ее рациональные реконструкции / И. Лакатос // Структура и развитие науки. Из Бостонских исследований по философии науки. – М., 1978. – С. 203–269; Выготский, Л.С. История развития высших психических функций / Л.С. Выготский // Собрание сочинений. – М.: Педагогика, 1983. – Т. 3.

<sup>3</sup> Уголев, А.М. Естественные технологии биологических систем / А. М. Уголев. – Л.: Наука, 1987. – С. 251.

лишь как вспомогательный подход, дополняющий главный – изучение информационного фонда.

Наиболее перспективной представляется позиция, активно отстаиваемая отечественными философами<sup>1</sup> о необходимости существования некоторых общенаучных законов развития, имеющих «ранг» ниже, чем законы диалектики, но выше, чем конкретные эволюционные теории в отдельных областях: биологии, астрономии и т.д. Выявление и построение системы таких законов позволило бы выводить из них новые конкретные закономерности как частные. В этом случае информационным фондом могут стать уже выявленные закономерности развития в разных областях. Среди них наиболее универсальны законы развития технических систем, ведь фактически ТРИЗ стала теорией и практикой приложения эволюционных идей в области техники.

Это не случайность, ведь техника намного проще, например, биологии, где связи весьма запутаны и трудно поддаются анализу. Кроме того, вся техника создана человеком, поэтому, как правило, не содержит малопонятных, плохо исследованных явлений. Наконец, только в технике сегодня имеется прекрасно организованный патентный фонд, облегчающий работу по анализу и выявлению закономерностей. При этом в технике закономерности проявляются ярче, здесь меньше сказывается случайность, воля отдельных личностей, чем, например, в искусстве. Тем не менее, отдельные закономерности бывает легче увидеть в других областях, а потом найти их аналогии в технике. Таким образом, можно взять за основу уже выявленные законы развития техники, дополнив их выявлением закономерностей в других областях. Так, например, логистические (S-образные кривые) первоначально были открыты не в технике, а в биологии. Сегодня в циклических исследованиях уже стало нормой, что трёхэтапная схема развития наблюдается в социальных системах (общество, коллектив); она справедлива для научных теорий (рождение, бурное развитие и стабилизация либо отрицание новыми фактами).

Не менее универсален и закон противоречий, ведь история науки дает множество примеров возникновения и разрешения противоречий в научных теориях.

Противоречия в научных теориях и способы их разрешения изучались специалистами по ТРИЗ с целью разработки методики решения исследовательских задач<sup>2</sup>, причем сходство между развитием технических систем и научных теорий было обнаружено не только в наличии противоречий, но и в конкретных примерах их разрешения. В результате аналогия в противоречиях и приемах их разрешения в технике и науке позволила предположить аналогию в инструментах по решению изобретательских и научных задач, что легло в основу работ по разработке методики решения исследовательских задач (см. выше).

Несколько сложнее обстоит дело с расширением области применения закона увеличения степени идеальности систем, причем основная трудность связана с

---

<sup>1</sup> Урсул, А.Д. Эволюция, космос, человек / А.Д. Урсул, Т.А. Урсул. – Кишинев: Штиинца, 1986.

<sup>2</sup> Кондраков, И. Алгоритмы открытий?.../ И. Кондраков // Техника и наука. – 1979. – № 11; Митрофанов В. По следам возбужденной молекулы / В. Митрофанов // Техника и наука. – 1982. – № 2.

определением понятия идеальности в разных областях. Ведь увеличение идеальности в технике определяется как рост отношения полезных функций системы к факторам расплаты. В свете этого можно сформулировать понятие идеальности в науке. Полезная функция научной теории – это её способность систематизировать и объяснить имеющиеся факты, а также предсказывать существование новых, пока ещё неизвестных. К факторам расплаты можно отнести сложность теории, количество необходимых постулатов, объем работ, которые надо выполнить для достижения практических результатов, возможно, ряд отрицательных последствий тех или иных открытий. Отсюда увеличение степени идеальности научной теории – это повышение её объясняющей и предсказывающей способности при снижении сложности, трудозатрат и негативных последствий. Поэтому уменьшение количества вводимых положений в науке, безусловно, должно соответствовать принципу «бритвы Оккама», гласящего, что «сущностей не следует умножать без необходимости».

В науке уже достаточно давно существуют понятие, сходные с понятием идеального конечного результата (ИКР) в технике. Это: «идеальный газ», «абсолютно черное тело», «абсолютный вакуум» и т.п.

С 30-х гг. ушедшего века в работах физиков стали исследоваться закономерности развития различных систем, в особенности явлений их самоорганизации. Еще в 1947 г. И. Пригожин сформулировал принцип минимального производства энтропии, согласно которому система строится так, чтобы её энтропия (мера беспорядка, хаотичности) возрастала как можно медленнее. Если принять рост энтропии (энергетические потери) как фактор расплаты за выполнение системой каких-то полезных функций, то принцип И. Пригожина аналогичен повышению идеальности системы.

На базе работ И. Пригожина и Л. Онсагера акад. Н.Н. Моисеев с учетом опытных фактов сформулировал эмпирический принцип «минимума диссипации» (рассеяния энергии), распространив его действие на развитие любых систем. Несмотря на то, что для большинства систем этот принцип строго не доказан, он «...достаточно правдоподобен и не противоречит экспериментальному материалу»<sup>1</sup>. Таким образом, оба принципа аналогичны принципу повышения идеальности и распространяются не только на технические, но и любые другие системы.

Понятие, аналогичное факторам расплаты, сформулировал акад. А.М. Уголев в биологии, рассматривая эволюцию жизни под техническим углом зрения. Он назвал «метаболической стоимостью любой структуры или функции» энергетические, пластические и другие затраты на её поддержание, регулирование, а также связанные с ней побочные, вредные или ненужные эффекты. Им показано, что в процессе биологической эволюции идет повышение эффективности полезных для организма функций, но только до тех пор, пока прирост «пользы» больше прирос-

---

<sup>1</sup> Моисеев, Н.Н. Алгоритмы развития / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1987. – С. 56.

та «стоимости» функций. Принцип эффективности А.М. Уголева<sup>1</sup> также аналогичен принципу повышения идеальности в ТРИЗ.

Увеличение степени идеальности в лингвистике можно представить как повышение информационной емкости языка, возможностей выразить мысли меньшим числом слов, увеличением количества оттенков. В истории развития языка можно увидеть постоянное расширение его возможностей, увеличение количества слов и понятий, способных отражать все новые и новые стороны жизни, и вместе с тем – постоянное его совершенствование и повышение компактности.

Аналогичным образом ввести говорить об увеличении степени идеальности в искусстве. Ведь произведения искусства несут в себе множество важных для человека полезных функций: просветительскую, воспитательную, гедонистическую (наслаждение), вовлечения в сотворчество и т.п. Все они проявляются через главную полезную функцию – выразительность художественного произведения. Здесь факторами расплаты выступают художественные средства, обеспечивающие эту выразительность. Вся история развития мирового искусства показывает, как постепенно, причем с остановками, возвратами, тупиковыми шагами, но неуклонно повышается его выразительность при повышении лаконичности произведения<sup>2</sup>.

Сегодня имеется немало примеров, расширяющих сферы применения и других законов технических систем. Более того, законы развития, сформулированные для систем материальных (состоящих из веществ, полей, тех или иных операций), оказываются в немалой степени справедливыми и для семиотических систем, состоящих из знаков, информации («семиотика» – от греч. – «знак», «признак»).

Согласно малому энциклопедическому словарю Брокгауза и Ефрона, **закон** имеет следующие значения: естественнонаучное, выражение общего и необходимого отношения (порядка, последовательности) между явлениями. В зависимости от категории явлений, различают законы: природы, естественные законы (механические, физико-химические, органические и др.); логические, психологические и нравственные законы; социальные и исторические законы. В примитивном понимании наблюдаемый необходимый порядок, связь и последовательность в явлениях физического, душевного и социального мира представлялись как результат велений божества, выражения мировой воли, мирового разума, рока, судьбы по аналогии с порядком, устанавливаемым велениями государственной власти (юридические законы); в настоящее время естественные законы понимаются как формы мышления познающего и обобщающего ума, как установленные им общие формулы необходимого сосуществования и чередования явлений.

Все существующие в мире системы, в т.ч. и антропогенные, возникают, развиваются и функционируют по своим законам. На сегодня законы развития технических систем описаны в достаточно большом количестве изданий. Эти работы настойчиво подтверждают, что технические системы (ТС) развиваются по объек-

---

<sup>1</sup> См.: Уголев, А.М. Естественные технологии биологических систем / А. М. Уголев. – Л.: Наука, 1987. – С. 253.

<sup>2</sup> См.: Поиск новых идей: от озарения к технологии / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1989. – С. 244.

тивно существующим законам, эти законы можно познать и использовать их не только для получения новых решений, но и для прогнозирования развития систем. Это, пожалуй, самое ценное, что представляет нам знание этих законов.

Вообще, деление законов на законы организации, функционирования и развития (см. рис. 20) – условность, ведь возникновение систем – это уже начало развития. Тем не менее, законы развития отличают от законов функционирования.

**Развитие** – процесс перехода из одного состояния в другое, более совершенное, переход от старого качественного состояния к новому качественному состоянию, от простого к сложному, от низшего к высшему.

**Функционирование** – изменение свойств и параметров системы в процессе выполнения главной полезной функции (ГПФ) системы.

**Законы функционирования** отражают взаимодействие элементов, пространственно-временные и причинно-следственные связи между ними, взаимодействие системы с окружающей средой. Эти законы вытекают из фундаментальных законов природы и изучаются естественными науками.

**Законы развития** отражают механизмы качественного преобразования, описывают пути возможных переходов от одного качества к другому.

В целом развитие описывается тремя группами законов:

- 1) всеобщими законами, справедливыми для любой развивающейся системы, независимо от её природы (законами диалектики);
- 2) общими законами для достаточно многочисленных групп систем (например, для всех технических систем);
- 3) частными законами, характерными только для определенного вида систем (например транспортных).

Между общими законами и частными, естественно, существует диалектическая взаимосвязь: общие законы действуют через частные, а частные – представляют собой конкретные проявления общих. В настоящее время в ТРИЗ выявлена и описана большая группа законов развития технических систем (ЗРТС). Причем, в самой группировке этих законов («статика», «кинематика», «динамика») отчетливо видна наследственность (генезис) научного знания, которая не могла не сказаться при формулировании системы ЗРТС (рис. 37).

Среди значительного числа исследований, проводимых в сфере систематизации ЗРТС следует, прежде всего, назвать работы Г.С. Альтшуллера, Б.Л. Злотина, А.В. Зусман, С.С. Литвина, В.М. Герасимова, И.М. Кондракова, Ю.П. Саламатова, А.Н. Захарова<sup>1</sup>. Ведутся работы по осмыслению сложных взаимосвязей выявленных (обобщенных) закономерностей и представлению их целостной картины. Как и во всех сложных системах здесь трудно обойтись без многомодельности.

---

<sup>1</sup> Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – М.: Сов. радио, 1979. – 175 с.; Саламатов, Ю.П. Система законов развития техники / Ю.П. Саламатов // Шанс на приключение. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – С. 7–174; Захаров, А.Н. Об единстве инструментов ТРИЗ / А.Н. Захаров // Технологии творчества. – 1999. – № 1. – С. 19–38.

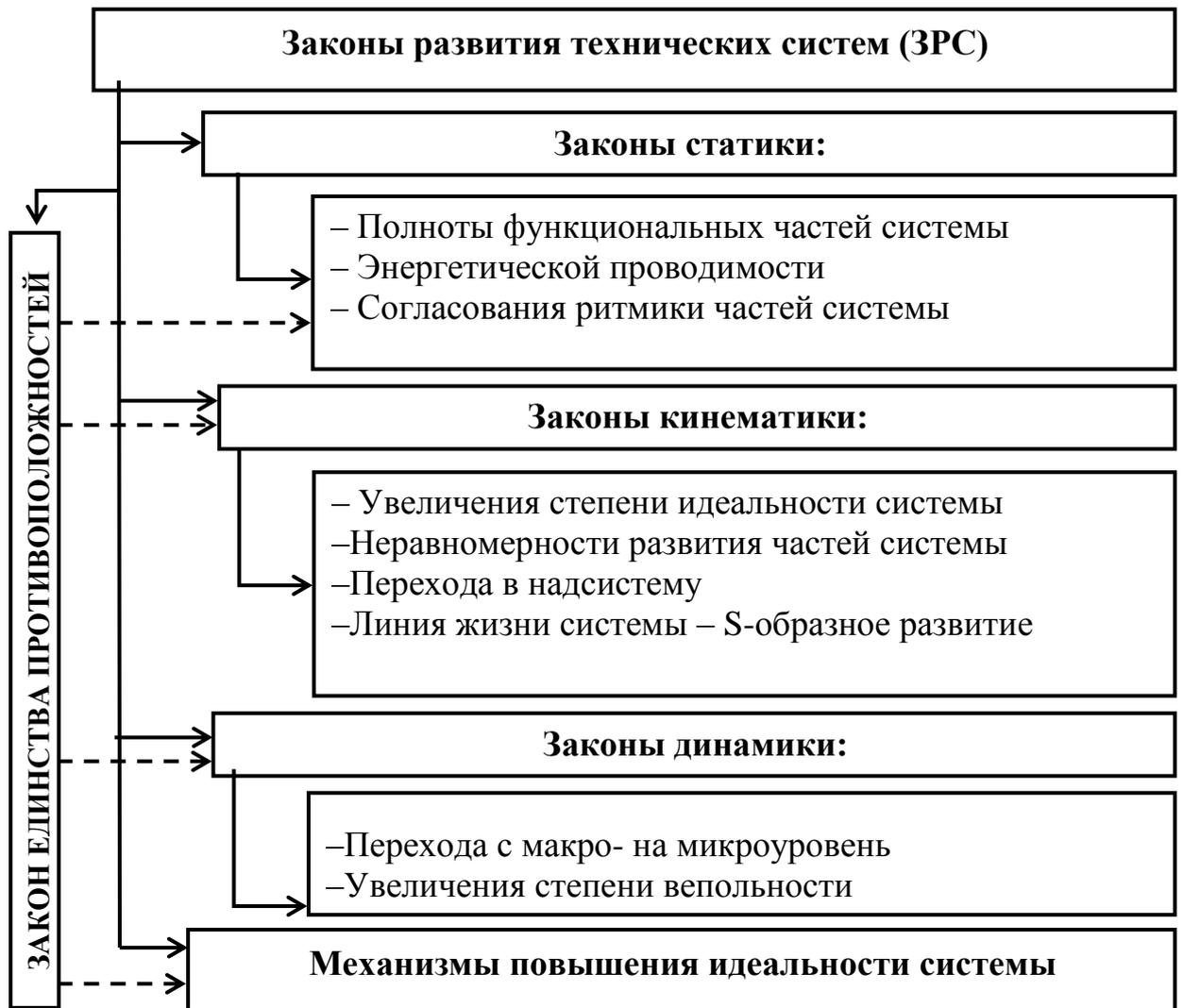


Рис. 37. Группировка ЗРТС в соответствии с традициями, принятыми в техносфере (статика, кинематика, динамика)

Однако, несмотря на ряд акцентов, сделанных в ряде работ, складывается некая достаточно непротиворечивая картина взаимосвязи многих законов. Так, например, смыслом развития любых систем, в т.ч. и технических, согласно А.Н. Захарову, видится повышение их жизнеспособности (рис. 38).

Для целей обучения в данном пособии нами избрана форма последовательного изложения сущности блоков названных закономерностей.

**Закон функциональной полноты частей системы (ЗФПЧС).** Этот закон дает ответ на вопрос о специализации элементов любой работоспособной системы и появлении свойства её автономности. Согласно ему, необходимый и достаточный для обеспечения автономности системы (выполнения ею функций независимо от других систем) «запускающий» набор специализированных элементов, т.е. её функциональный центр (ФЦ) должен включать: рабочий орган (РО), передаточный орган или трансмиссию (Тр), преобразователь (Пр), источник (И) потоков, систему управления (СУ), информационную систему (ИС). Чтобы «вдохнуть»

жизнь в систему, заставить двигаться вещественные, энергетические, информационные потоки, необходим соответствующий источник (И).

В искусственных системах часто он (например, источник энергии) находится в надсистеме по отношению к рассматриваемой системе. В естественных системах (вспомним биологию!) можно видеть наличие внутрисистемных вещественных (не будем касаться свернутой генетической информации!) ресурсов – текущих и резервированных компактных запасов энергии (подкожный жир и т.п.) – основы функционирования (выживания).

Часто в литературе, описывая СУ, не разделяют СУ и ИС, однако в свете современной дифференциации менеджмента и выделения информационной компоненты в подготовке и принятии решений, особое внимание к ИС, на наш взгляд, весьма целесообразно. Преобразователи бывают самые разные. Преобразователи, осуществляющие преобразование вещества в энергию, принято называть двигателями, вещества в вещество – аппаратами, а преобразователи любой энергии (любого поля: механического, теплового, электрического, магнитного и др.) в информацию – датчиками.

Дадим графическую интерпретацию нашим рассуждениям. Заглянем «внутрь» одного из элементов взаимодействующей пары, например, носителя функции (НФ) на модели его функционирования (рис. 39). Становится понятным, что совокупность элементов, «занимающихся каждый своим делом» (РО, Тр, Пр, СУ, ИС) составляют остов, каркас или «функциональный центр» системы. В свете этого лучше понимается все многообразие антропогенных систем – систем второй (искусственной) природы, созданных людьми. Так, понимается неполнота части технических систем, которые называются широко «инструменты». Они обычно включают РО и Тр. К ним относятся знакомые всем объекты: лопата, топор, молоток, нож, ножницы, шариковая ручка и т.п. Так, если представить себе лопату на садовом участке, то можно понять, что самостоятельно она не может выполнять главную полезную функцию (ГПФ) «отделять кусок земли от материковой земли», т.к. у лопаты лишь РО (штык) и Тр (черенок – рычаг для передачи механической энергии). Лопата – неполная техническая система. Достройка системы до полноты осуществляется в человеко-машинной системе (человек с лопатой). Именно в человеке находится источник механической энергии (она образуется в результате расщепления пищи и извлечения энергии из жиров, белков, углеводов), преобразователь энергии (мышечно-скелетная система), система управления (мозг), информационная система (глаза и другие сенсоры, распознающие структурированные вещественно-энергетические потоки и преобразующие их в информацию для принятия решения мозгом).

По рис. 39 видно, что ближе всех других элементов структуры НФ к «обрабатываемому» ОФ расположен РО. Исследователем ТРИЗ из г. Ангарска Г.И. Ивановым, проанализировавшим развитие многих технических систем сформулировано следствие закона неравномерного развития частей системы (о нем речь пойдет ниже), суть его состоит в опережающем развитии РО. При экстраполяции этого следствия на социально-экономические системы нетрудно обнаружить примеры, подтверждающие его «работу» в них.



Рис. 38. Схема «работы» системы законов развития систем

В частности, вспомнив бум развития систем торговли (оптовой, розничной) в России 90-х гг., нельзя не отметить, как кардинально «облагородилось» перед покупателем (точнее, перед его деньгами) лицо торговли: появилась униформа продавцов, качественная упаковка товаров.

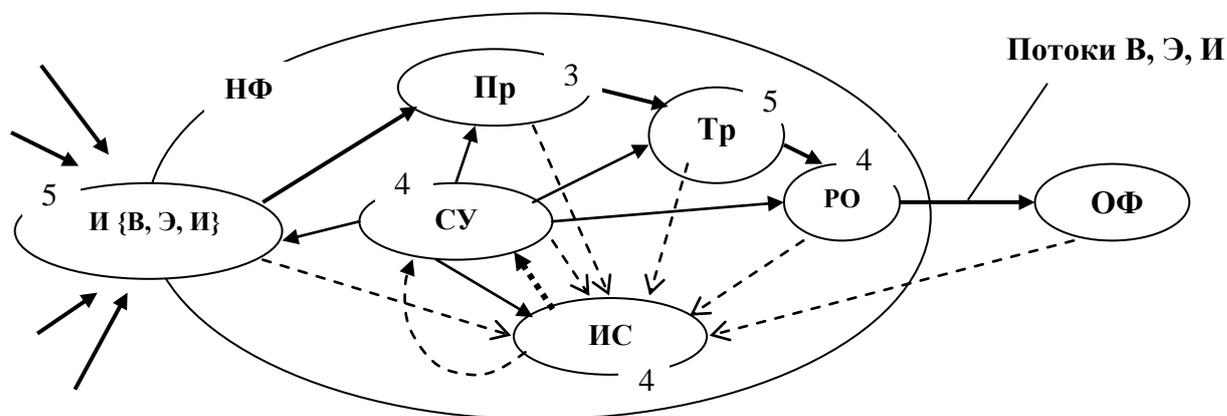


Рис. 39. Схема «работы» закона полноты частей системы: ----> – сбор информации ИС по линиям обратных связей; .....> – передача информации ИС для принятия решений СУ; —> – управляющие воздействия СУ

Из приведенных рассуждений понятно, что человек является (с позиций обсуждаемого ЗФПЧС) полной автономной системой, а, следовательно, все социально-экономические системы, включающие в себя людей и их многочисленных объектов-помощников преобразования материального мира, имеющих различную степень полноты (от простейших инструментов до автоматизированных и роботизированных комплексов, где человек «оставил» за собой лишь уровень принятия решений (а это и есть одно из важнейших человеческих занятий, ведь «человек должен думать, а машина – работать»)) являются также полными системами.

Знание закона дает нам возможность осуществления диагностических процедур при обнаружении недостатков систем в любых системах. Так, зная ЗФПЧС, можно вести диагностику структуры, а затем функционирования ее элементов, например, металлургического комбината. В спектре его полезных функций главной является «производить сортовую сталь в виде слитков, металлопроката (лист, уголок, швеллер и т.п.)». В составе РО: сталеплавильные, прокатные цеха. Без труда «различаются» за элементами-носителями потоков информационного, финансового, вещественного характера государственные институты (определяющие, например, государственный заказ оборонного характера, региональный заказ жизнеобеспечения области, города и проч.), широкий спектр субъектов рынка, нуждающийся в продукции комбината, поставщики энергии, сырья и т.п. На комбинате есть энергетическое хозяйство, осуществляющее преобразование энергии, вещества, информации до нужного в системе вида (электростанции, паросиловые цеха, информационно-вычислительные центры и т.п.). Перемещением веще-

ства (сырья, заготовок, технологических агентов в виде воды, реагентов, масел и проч.), энергии (электрической, тепловой), информации (это компоненты Тр) на комбинате занимаются железнодорожные и автомобильные цеха, транспортные галереи и трубопроводные системы; электрические, тепловые и компьютерные информационные сети. В состав информационной системы (на разных ее уровнях) входят как непосредственно люди, следящие за параметрами технологических процессов производства (операторы), так и информационно-аналитические службы, руководители различных подразделений. Структуры системы управления (СУ) обычно понятны и вопросов не вызывают.

**Закон минимальной работоспособности частей системы (ЗМРЧС).** Его звучание следующее. Для того, чтобы система была минимально работоспособной, необходимо и достаточно, чтобы все элементы её ФЦ (РО, Тр, Пр, СУ-ИС) имели «пороговую» работоспособность (хотя бы «троечку»). К примеру, если ввести некоторую четырехбалльную шкалу оценки работоспособности элементов (5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно»), то в случае потери работоспособности хотя бы одного элемента ФЦ (перехода на уровень ниже «удовлетворительно»), вся система становится неработоспособной. На рис. 39 далеко не случайно возле элементов РО, Тр, Пр, СУ, ИС, И{В, Э, И} проставлены цифры разных уровней работоспособности. Ввиду закона разнообразия (возрастающего разнообразия) мира (а отношения систем категорируются по степени различия, амбивалентности: тождество, различие, противоположность) уровни редко когда могут быть тождественными (однородными), тем более при создании систем. Для этого достаточно представить, что во вновь организованной компании все элементы ФЦ (от руководителей до всех работающих звеньев) имеют одинаковую высокую работоспособность. Такого просто не бывает. Ниже нами будет рассматриваться закон неравномерного развития частей системы (закон противоречий), а согласно ему весь мир, все его элементы развиваются неравномерно (одно «растет» быстрее, другое медленнее, третье – свертывается, деградирует). Бывает так, что в случае создания компании, первоначальное, а затем увеличившееся различие уровней работоспособности (не надо забывать, что за всем этим стоят конкретные люди со своими желаниями и страстями) приводит к тому, что те или иные элементы «вываливаются» из системы. Люди уходят в другие системы, туда, где выше оплата, где они в большей мере могут реализовать свои амбиции, при этом в старой системе образуется своеобразная «дыра», которую приходится «латать», причем уровень работоспособности «заплатки», естественно, низок. Компания стремится в этом случае обеспечить свою минимальную работоспособность.

**Закон сквозной проводимости потоков через систему (ЗСПЧС).** Выше – на рис. 37 в блоке законов статики он представлен энергетической проводимостью. При обсуждении «работы» законов, обобщенных в ТРИЗ, на системы не только технические, необходимо расширить проводимость до всей совокупности потоков (вещества, энергии, информации). Вполне понятно, что любая система, а, особенно, социально-экономическая, как сложный организм не может быть жизнеспособной в случае непроводимости данных потоков. Это будет нарушением

законов обмена, метаболизма. Всякий неоправданный застой потока чреват серьезными последствиями для жизнеспособности как любого биологического организма, так и социально-экономической системы. Понятно, что в системах происходит аккумулярование каких-либо ресурсов на разных уровнях (резервирование сырья, заготовок на заводах на случай перебоев в снабжении), но это не означает прерывания потока, потому что иначе – смерть.

**Закон согласования ритмики частей системы (ЗСРЧС).** Как известно, все в мире подчиняется законам ритма, все циклично. Волнообразна и спиралеобразна история человечества (достаточно вспомнить «Изучение истории» А. Тойнби), циклично развивается экономика (длинные циклы Н.Д. Кондратьева, циклы С. Кузнеца). Развитие экономики доказывает, что начиная с первой промышленной революции и до наших дней колебания экономического роста, творческой и инновационной деятельности укладываются в несколько больших волн или циклов. Каждая волна («цикл Кондратьева») состоит из четырех фаз – восстановления, процветания, снижения и депрессии, охватывающих одновременно параметры научно-технического развития: появление идей, предпринимательскую активность, рост квалификации специалистов и т.д. В последнее время к таким параметрам относят также психологические факторы (изменения в психологических установках, ценностных ориентациях, мотивации), причем выполненные отечественными учеными В. Зубчаниновым и Н. Соловьевым в конце 80-х гг. работы позволяют сделать вывод, что первопричина феномена длинных волн в экономике лежит в закономерностях создания базисных изобретений (а не в динамике капитальных вложений по теории Дж. Форрестера), а также в истощении запаса изобретений, основанных на одних и тех же физических принципах действия.

Согласование ритмики работы элементов ФЦ (РО, Тр, Пр, СУ-ИС) приводит к резонансным эффектам – так появляется сверхсуммарный, неаддитивный, кооперативный или системный эффект их совместной работы. Если представить по рис. 39, что из источника (И) выходит какой-либо поток (вещества, энергии, информации) мощностью 5 единиц, то ритм его прохождения дальше «сбивается» на преобразователе (Пр), способном обработать поток лишь в 3 единицы. Таким образом, обнаруживается «слабое» звено всего потока идущего далее через трансмиссию (Тр) и рабочий орган (РО) на объект функции (ОФ), т.е. поток при этом получается лишь «троечный», несмотря на возможность РО проводить 4, а Тр – даже 5 единиц потока. Налицо рассогласование, не обеспечивающее высокую эффективность работы системы. Таким образом, уже в рамках законов статики мы уже выходим на необходимость диагностики степени согласованности работы элементов, т.е. фактически выходим на уровень обсуждения проблем функционирования и развития систем, где самым ведущим, безусловно, является закон повышения идеальности (рис. 40).

**Закон неравномерного развития частей системы (ЗНРЧС).** Все системы развиваются неравномерно по элементам своей структуры – так звучит этот закон. Он – форма проявления всеобщего диалектического закона единства и борьбы противоречий, отвечающий на вопрос о причинах развития всех систем.

В числе источников развития систем необходимо назвать как внутренние противоречия между элементами системы, так и внешние, между системой и окружающей средой. Ранее при обсуждении законов организации систем (ЗПЧС, ЗМРЧС и др.) нами уже назывались причины внутренних противоречий (различия исходных уровней работоспособности элементов, несогласование потоков и проч.), но чтобы у обучающихся не сложилось представлений какой-либо статичности (застывшести) систем, ещё раз подчеркнем, вспомнив Гераклита, что в мире «все течет», все находится в динамике. Разделение противоречий на внутренние и внешние относительно – ведь речь идет от определения границ систем, а они подвижны и зависят от субъективного назначения их исследователем<sup>1</sup>. Природа всех систем функциональна, все они предназначены для удовлетворения потребностей надсистем и поэтому внешние противоречия проявляются в структуре связей рассматриваемой системы с надсистемой.



Рис. 40. Механизмы повышения идеальности систем

<sup>1</sup> Могилевский, В.Д. Методология систем: вербальный подход / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – С. 33.

Однако обратившись к функциональному анализу, напомним, что кроме ФЦ, реализующего основные функции, в системе имеется также множество систем, обеспечивающих функционирование системы за счет реализации ансамбля вспомогательных функций различных уровней иерархии (первого, второго, третьего и других порядков). Тем не менее, ФЦ как функциональный каркас системы очень весом в функциональном отношении. Здесь можно провести параллели с широко известным соотношением В. Парето 20:80.

Еще в 1897 г. итальянский экономист В. Парето предложил формулу, показывающую, что блага распределяются неравномерно. Это было проиллюстрировано на диаграмме американским экономистом М.С. Лоренцем в 1907 г. Оба ученых показали, что в большинстве случаев наибольшая доля доходов или благ принадлежит небольшому числу людей. Доктор Д.М. Джуран применил диаграмму и формулу М. Лоренца в сфере контроля качества для классификации проблем качества на немногочисленные существенно важные и многочисленные несущественные и назвал этот метод «анализом Парето». Таким образом, можно считать, что функциональный центр (ФЦ), будучи небольшим (20-30% от числа всех элементов системы) выполняет «львиную» долю функций системы (70-80%).

**Закономерность опережающего развития рабочего органа.** Как уже отмечалось выше при рассмотрении ЗФПЧС, на примерах развития технических объектов было установлено следствие закона неравномерного развития частей системы – закон опережающего развития рабочего органа (РО). Безусловно, если проследить развитие инструмента от каменного топора до механических рук современных роботов можно заметить объективно выраженное (по динамике патентования изобретений) повышенное внимание к РО. Так, сегодня, несмотря на, казалось бы, невозможность изобретения новой конструкции топора это делается (см. заявку на европатент № 88/00112). В этом изобретении ликвидируется вредное взаимодействие (застревание) между изделием (древесина) и инструментом (топор), для чего лезвие выполнено с несимметричными (рассогласованными) боковыми поверхностями: на каждой поверхности расположены выступы, которые находятся по диагонали один против другого. Нетрудно также заметить, что в совокупности патентов, например, на штамповочное оборудование доминирует группа патентов, касающихся формующей пары «пуансон-матрица».

В социально-экономических системах, ввиду их полноты и повышенной рефлексивности (быстрого отражения изменений в окружающей среде и реагирования на них) опережающее развитие, очевидно, имеет не только РО, но и ИС (это касается рефлексии рынка, маркетинговых исследований) и СУ (принятие оптимальных управленческих решений).

**Закон повышения степени идеальности систем (ЗПИС).** Этот закон дает объяснение направленности развития систем любой природы – все они стремятся к совершенству, идеальности. Уже в первых работах Г.С. Альтшуллера по ТРИЗ им был предложен очень сильный эвристический прием – представление об идеальном конечном результате (ИКР) или идеальной машине.

Оно формулировалось предельно: «Машины нет, а ее функция выполняется». Исходя из функциональной природы всех систем, это означает выполнение необ-

ходимых полезных функций минимальной (или отсутствующей) структурой. Если ввести показатель идеальности – коэффициент идеальности в виде отношения совокупности функций к совокупности затрат на их реализацию ( $K_i = S\Phi / SЗ$ ), который является краеугольным камнем современных модификаций ТРИЗ плюс функционально-стоимостной анализ (ТРИЗ + ФСА), то можно отметить, что носителем затрат всегда является структурное оформление (проявленность) функций в материальном мире. И тогда идеальность, как предельно широкая философская категория, может рассматриваться как отношение функциональности систем к их материализованному оформлению – к структурности.

Нетрудно заметить направленность векторный характер идеальности, ведь функция – вектор и она делится на скалярную величину, отображающую совокупные затраты. Очень наглядно представление путей развития любых систем при рассмотрении скалярного выражения идеальности как дроби (табл. 25).

Таблица 25

Пути повышения идеальности систем

№	SΦ	SЗ	Комментарий	
1	↑↑↑	↑	Развертывание систем	Опережающий рост функциональной отдачи (количества и качества функций) при развертывании структуры системы
2	↑	Const		Рост функциональной отдачи при постоянстве структуры системы
3	↑	↓	Свертывание систем	Рост функциональной отдачи системы при свертывании ее структуры. Это путь перехода к новым принципам построения структур, на новых принципах действия (ПД)
4	Const	↓		Типичный путь всякого ресурсосбережения (энергии, материальных и трудовых затрат)
5	↓	↓↓↓		Свертывание функционирования системы, уход системы с рынка

Развертывание систем (а его можно рассматривать как экстенсивную линию реализации закона повышения степени идеальности) идет в случае возможности задействования внешних ресурсов. Так развиваются вплоть до встречи ограничений со стороны надсистем (конкурентов) любые рыночные структуры.

И лишь в случае невозможности развиваться за счет внешних, надсистемных ресурсов, система встает на путь свертывания – интенсивного развития за счет внутренних ресурсов.

**Закон S – образного (логистического) развития систем.** Это удивительный закон, в котором как в капле воды отражаются все диалектические законы. Он весьма инструментален, по нему можно вести диагностику состояния систем.

Ещё в XIX веке были установлены некоторые общие закономерности развития различных биологических систем: роста колоний бактерий, популяций насекомых, веса развивающегося плода и т.п. в зависимости от времени. Кривые, этого роста были похожи, в первую очередь, тем, что на каждый из них можно было до-

вольно четко выделить три последовательных этапа: медленное нарастание, быстрый лавинообразный рост и стабилизация (иногда убывание) численности или иной характеристики. В 20-х гг. XX века было доказано, что аналогичные этапы проходят в своем развитии и различные технические системы. Кривые, построенные в осях координат, где по вертикали откладывали численные значения одной из главных характеристик системы (скорость для самолета, мощность для электрогенератора), а по горизонтали – «возраст» системы или затраты на ее развитие получили (по внешнему виду кривой) название S-образных (рис. 41). В публикациях были приведены кривые развития для кораблей, тракторов, авиации, бумагоделательных машин и т.д. Предпринимались попытки математического описания-анализа кривых (кривые Гомпеца, Перла, логистическая и т.п.), но надо учитывать, что такие кривые – определенная идеализация.

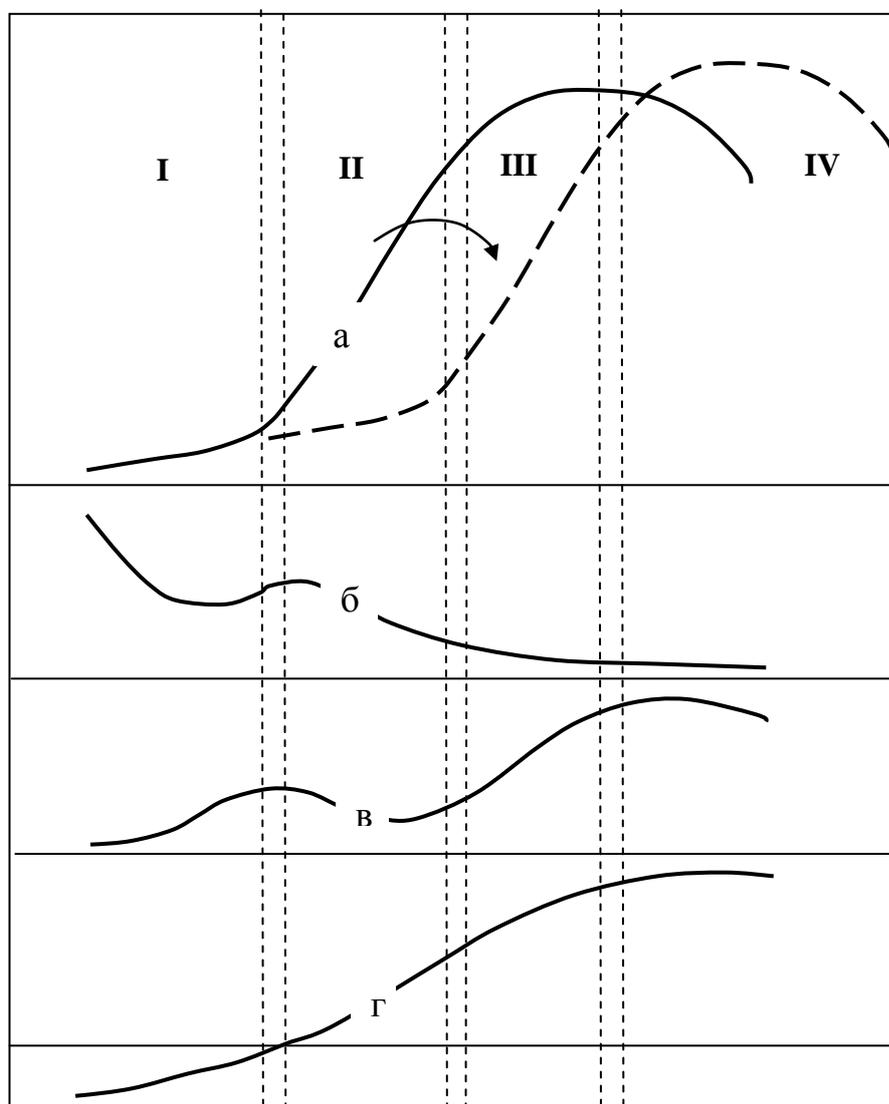


Рис. 41. Кривые развития систем: а – классическая s – образная кривая; б, в – кривые изменения уровня изобретений (их 5: от 5 до 1) и количества изобретений; г – изменения экономического эффекта

Реальные технические системы, параметры которых учитывали в построении кривых, создавались и эксплуатировались в разных условиях, поэтому данные о них зачастую неточны.

Эти кривые являются скорее иллюстрацией качественного развития технических систем и поэтому их анализ дает наиболее интересные результаты. Рассмотрим подробнее этапы развития технической системы.

**I этап. «Рождение» и «детство» системы.** Новая система появляется на определенном уровне развитая науки и техники, когда выполнены два главных условия: есть потребность в системе и имеются возможности ее реализации. Эти условия выполняются, как правило, одновременно и обычно одно стимулирует появление другого: осознанная обществом потребность направляет усилия ученых и инженеров на её реализацию, либо уже созданная система открывает новые возможности использования.

Обстоятельства рождения новой системы определяются уровнем её новизны. Наибольшей новизной обладает пионерная система, не имеющая аналогов, созданию которой предшествуют мечты человечества, отраженные в сказках (самолет, телевизор, радио), многие неудачные попытки, связанные с тем, что развитие науки и техники еще не достигло требуемого для ее создания уровня.

Принципиально новые системы создаются также для выполнения функции, ранее осуществляемых человеком (механический суппорт, заменивший руку человека, державшего резец), и для замены уже существующей системы (транзистор, пришедший на смену ламповому триоду).

Еще один вид новизны – принципиально новое применение существующих систем, часто дающих начало новой системе. Например, с XIX века существовали электролизные установки для разложения воды, но лишь в 30-е гг. было обнаружено, что в них происходит повышение концентраций тяжелой воды (на основе дейтерия и трития). Были созданы специальные электролизные установки для получения тяжелой воды, необходимой атомной промышленности.

Новая система обычно обладает массой недостатков, поэтому тут же начинается работа по её совершенствованию, поиску лучшей конструктивной реализации. Возникают вопросы: из какого материала строить, как размещать элементы друг относительно друга и т.д. Происходит выявление функциональных возможностей новой системы, не предполагаемых ранее. Так, самолет возник, как реализация мечты человека о полете, но после создания первых машин оказалось, что их можно, использовать для наблюдений с воздуха, транспортировки, боевых действий. Но все эти возможности осознаются обществом не сразу. Поначалу тот же самолет (интересно, что о первых полетах братьев Райт не сообщила ни одна газета!) воспринимался как игрушка, забава аристократов и чудаков. Скорость самолета в первый период почти не увеличивалась, развитие шло медленно (с 1903 по 1913 год почти на одном уровне).

На первом этапе главной движущей силой развития системы является личный интерес создателей (энтузиазм, надежда на обогащение и т.п.). Противостоят им мощные силы торможения, ведь появление новой системы всегда сопровождается неверием, а также активным сопротивлением ее внедрению. Да, эффективность

систем на этом этапе чрезвычайно низка. Одна из причин – противоречие между новым содержанием и старой формой, в которой она, как правило, реализуется. Старая форма не позволяет сразу показать новые возможности. Так, например, малоэффективной, казалась электросварка, пока ею пытались заменять обычную кузнечную сварку; не дал эффект и первый опыт внедрения станков с ЧПУ.

Новая система, как правило, убыточна, её эффективность отрицательна (см. рис. 41, г): пользы от системы мало, а затраты большие. Если бы с такими критериями подходили к оценке новорожденного (огромный труд, материальные затраты, отсутствие гарантии окупаемости), то участь человечества была бы плачевна. Но, к счастью, это не так, есть механизмы защиты: инстинкт продолжения рода и традиции. Но в области творчества традиции как раз обратные, не приемлющие или плохо приемлющие идею непрерывного обновления. Это объяснимо, т.к. на протяжении большей части истории человечества общество не понимало идеи развития, более того, существовало убеждение, что ход истории регрессивен (от «золотого» века к страшному суду), поэтому любое новшество рассматривалось как приближение к катастрофе.

Сопrotивление новому усугубляется в тех случаях, когда новая система не пионерная и идет на смену старой. В этом случае к обычной психологической инерции добавляется сознательное сопротивление специалистов, разрабатывающих старую систему.

Важными составляющими сил торможения являются огромные трудности, отсутствие средств, высокий уровень расплаты, в том числе и гибель энтузиастов. Но основная работа на первом этапе – снижение факторов расплаты: увеличивается надежность, безаварийность, удобство эксплуатации. Когда полезность системы осознается обществом, а уровень расплаты снижается до приемлемого, начинается новый этап в развитии системы.

**II этап. Период интенсивного развития системы.** Основным содержанием этого этапа является быстрое, напоминающее цепную реакцию, развитие системы. Так, к 1914 г. конструкции самолетов стали более отработанными, снизилось существенно количество аварий. Начавшаяся мировая война повысила уровень допустимости факторов расплаты (риск аварии оказался сравнимым с риском гибели во время военных действий). Одновременно резко возросла потребность в самолете, появились новые функции, связанные с его военным применением. Все это вызвало настоящий самолетный «бум», в результате с 1914 г. по 1918 г. самолет превратился в мощную, надежную эффективную боевую машину. Его скорость, почти не выросшая за предыдущие 10 лет развития, увеличилась в два раза.

Характерной чертой данного этапа развития становится активная экспансия новой системы – она «вытесняет» другие, устаревшие системы из экологических ниш, порождает множество модификаций и разновидностей, приспособленных для разных условий. Самолет на этом этапе развития «вытеснил» аэростаты и дирижабли, во многих случаях заменил дальнотанковую артиллерию (во время второй мировой войны и противотанковую), начал выполнять транспортные, разведывательные и многие другие функции, возникла специализация: истребители, бомбардировщики, разведчики, самолеты сухопутные и морские.

Одновременно, данный этап характеризуется как оптимальный «детородный» период в жизни систем. В недрах развивающихся систем возникают «дочерние» и «сыновьи» системы. Это яркое проявление действия диалектического закона отрицания отрицания. На языке ТРИЗ – это разрешение противоречия путем перехода системы в надсистему (показано на рис. 41 стрелкой перехода от родительской s-образной кривой «а» к новой s-образной кривой, обозначенной пунктиром). Так, в «снятом» виде (термин философии) старая (родительская) система входит в новую систему в качестве части (подсистемы).

Главной движущей силой развития на втором этапе становится общественная потребность, которая предъявляется в виде претензий к системе со стороны надсистемы, окружающей среды. Можно выделить три вида претензий:

- разрушающие, вызывающие необходимость защиты. К ним относятся воздействия внешней среды: коррозия, другие помехи в работе, воздействия других систем (например, на самолет – зенитного огня, истребителей противника);

- вытесняющие – со стороны конкурирующих систем, непосредственно не разрушающих данную, но стремящихся вытеснить ее из экологической ниши (борьба однотипных самолетов за принятие на вооружение, соперничество транспортной авиации с железнодорожным и автомобильным транспортом);

- стимулирующие – со стороны систем, нуждающихся в развитии данной для функционирования. Так, истребителю нужно пуленепробиваемое стекло, а это стимулирует развитие стекольного производства.

Претензии первого вида действуют на систему непосредственно, а второго и третьего – опосредованно через человека (экономику). Часто из-за взаимного влияния систем друг на друга возникает ускоренное развитие по типу положительной обратной связи: развитие снарядов способствует ускоренному совершенствованию брони, а это в свою очередь вызывает ускорение развития снаряда и т.д. Аналогичные положительные обратные связи возникают в развитии конструкции технология производства разного вида изделий; новые конструктивные решения требуют развитая технологии, а улучшение технологии позволяет реализовать новые конструктивные решения. Такой процесс схож с параллельным развитием (коэволюцией) в биологических системах типа «хищник – жертва», когда увеличение, например, скорости бега зайца приводит к отбору «на быстроноготь» среди волков, что, в свою очередь, ведет к отбору среди зайцев и т.п.

Силы торможения, характерные для предыдущего этапа, ослабляются и постепенно исчезают. Появляются новые факторы, тормозящие развитие, в первую очередь, нехватка обученных людей, нужного оборудования, ресурсов. Возникают и технические трудности: неразрешенность некоторых важных вопросов, отсутствие теоретического обоснования. В этом случае развитие задерживается, но ненадолго – общество мобилизует силы и средства для преодоления трудностей.

На втором этапе техническая система становится экономически выгодной и эффект постоянно растет. Но к концу этапа, несмотря на все возрастающий вклад сил и средств в развитие системы, рост важнейших ее характеристик замедляется. Обычно это происходит из-за того, что нелинейно начинает увеличиваться та или иная вредная функция – один из факторов расплаты. Так, например, сопротивление

ние воздуха для самолетов при скоростях от 100 до 300–400 км/час увеличивается примерно пропорционально приросту скорости, однако по мере приближения к звуковому барьеру сопротивление начинает возрастать пропорционально уже 3-5-й степени скорости самолета. Из-за этого даже значительное увеличение мощности мотора не приводит к существенному возрастанию скорости. Начинается следующий этап в развитии системы.

**III этап. «Старость» и «смерть» системы.** Основным содержанием этапа является стабилизация параметров системы. Небольшой прирост их ещё наблюдается в начале этапа, но в дальнейшем сходит на «нет», несмотря на то, что вложения сил и средств растут. Резко увеличивается сложность, наукоемкость системы, даже небольшие увеличения параметров требуют, как правило, очень серьезных исследований. Вместе с тем экономичность системы остается еще высокой, потому что даже небольшое усовершенствование, помноженное на массовый выпуск, оказывается эффективным.

Движущими силами развития на этом этапе остается потребность общества. Вместе с тем по ряду систем общество может быть вполне удовлетворено достигнутым уровнем и не нуждаться в улучшении. В этом случае затраты общества резко снижаются, так как их рост на этом этапе связан именно с попытками совершенствования, а воспроизводство системы может быть достаточно дешевым, более того, затраты на него будут снижаться за счет повышения общего уровня технологии. К таким системам относятся простые инструменты типа ножа, лопаты, молотка, сверла и т.д. Необходимо отметить, что отказ общества от направленного совершенствования подобных систем вовсе не означает полное прекращение их развития. Системы несколько улучшаются, как бы «попутно» с другими, за счет появления новых материалов, технологических возможностей, нового оборудования, создаваемого в процессе развития других систем.

Попытки совершенствования системы, не считаясь с затратами, приводят к падению ее эффективности из-за непропорционального достигаемому эффекту роста стоимости и сложности. В конце концов старая отжившая система «умирает», заменяясь принципиально новой, обладающей новыми возможностями для дальнейшего развития.

Во многих случаях новая система, способная сменить старую, известна давно, иногда она начинает развиваться одновременно с «победившей». Так, первый реактивный самолет взлетел еще в 1910 г., но эра реактивной авиации началась только после второй мировой войны. С точки зрения интересов общества, переход к новой системе целесообразен ещё в начале третьего этапа, что позволяет избежать напрасных затрат, но отмирание старой системы – довольно длительный процесс. Достигшая этапа стабилизации, насыщения и развития система обладает огромной инерцией, её развитием занимаются сотни и тысячи людей, которые все не в восторге от перспективы серьезной переквалификации.

«Агония» системы затягивается за счет её паразитирования на других системах и хищнического уничтожения окружающей среды. Вице-президент фирмы «Дженерал моторс» как-то сказал, что если хотя бы небольшая часть средств, которые сегодня тратятся на совершенствование двигателя внутреннего сгорания,

была бы направлена на развитие аккумуляторов, то мы давно имели бы экономичный электромобиль. Типичным явлением на этом этапе является «гигантизм» – значительное увеличение размеров систем (огромные дирижабли перед вытеснением их самолетом; паровозы последних серий; сверхмощные линкоры, оказавшиеся беззащитными против авианосцев и т.п.). Подобные попытки любыми путями "вытянуть" экономичность старой системы прекращаются, либо когда факторы расплаты становятся недопустимыми для общества, либо когда наступает физический предел роста параметров, например, нет конструктивных материалов, способных выдержать нагрузки и т.п.

Если на первом этапе развития рост идеальности системы идет преимущественно за счет снижения факторов расплаты, то на втором – за счет опережающего роста полезных функций. На третьем этапе рост полезных функций практически останавливается при ускоряющемся росте факторов расплаты, в результате чего идеальность системы начинает падать, то есть развитие системы сменяется регрессом. Следует отметить, что в действительности полного "вымирания", системы, закончившей свое развитие и замененной на более прогрессивную, как правило, не происходит. Чаще всего, перестав быть "основным" средством выполнения данной функции и упростившись, система остается в качестве вспомогательного средства, иногда игрушки, спортивного снаряда (такую роль сегодня играют парусные суда). Иногда система остается и эффективно работает в некоторых обособленных, очень специализированных экологических нишах. Сегодня используются "потомки" воздушных шаров" – метеорологические зонды, а немагнитная парусная шхуна "Заря" уже несколько десятилетий бороздит океаны, ведя важнейшие исследования, невозможные на современном стальном судне. В дальнейшем возможна и «вторая» жизнь такой системы в новых условиях.

Развитие технических систем связано с изобретениями, при этом на разных этапах меняется их количество и уровень. Так, рождение технической системы связано с необходимым количеством изобретений высокого уровня, нередко возможных только после появления научных открытий, затем количество изобретений растет, а их уровень падает (см. рис. 41). В момент перехода ко второму этапу в развитии наблюдается небольшой пик в уровне изобретений (часто для перехода к массовому выпуску системы требуются изобретения высокого уровня), в дальнейшем уровень падает необратимо. По количеству изобретений наблюдается два пика: один (малый) – в момент перехода ко второму этапу; другой (побольше) связан с попытками продлить жизнь одряхлевшей системы на третьем этапе.

Рассматривая особенности развития сложных систем, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман отметили, что каждая из подсистем, входящих в систему, рассматриваемая по отдельности, в своем развитии также проходят все три этапа. Поэтому S-образные кривые для сложных систем являются интегральными, состоящие из пучка отдельных S-образных кривых для каждой из подсистем. Развитие системы обычно лимитирует самая "слабая" ее подсистема, ресурсы которой исчерпываются первыми. Почерпавшая свои ресурсы подсистема становится тормозом для всей системы, дальнейшее развитие становится возможным лишь после замены "загнувшейся" подсистемы.

Могут быть построены S-образные кривые и для развития систем весьма высокого уровня (например, систем транспорта). Эти кривые суммируют кривые развития отдельных видов транспортных систем и называются огибающими. Определить положение конкретной системы на кривой развития – дело непростое, но с учетом приведенных выше факторов, характеризующих систему (количество изобретений, их уровень и т.п.), а также данных о развитии коллектива её создателей можно с достаточной степенью точности судить об этапе, на котором находится система. А это, в свою очередь, позволяет определить задачи, стоящие перед разработчиком, причем весьма разные на разных этапах.

Так, на первом этапе развития разработчик должен выбрать основное направление развития системы из возможных: отработать ее состав, выбрать для нее наиболее перспективные элементы; работать над снижением факторов расплаты, ускорить переход ко второму этапу. На втором этапе необходимо определить границы возможного быстрого роста системы, выявить возможные противоречия и подсистемы, которые раньше других могут почерпнуть резервы своего развития. На третьем этапе нужно определить физические границы существования системы, выявить и заменить подсистемы, исчерпавшие возможности развития; искать альтернативную систему, способную сменить существующую.

**Закон развертывания-свертывания систем (ЗР-СС).** Повышение идеальности систем (см. рис. 40 и табл. 25) осуществляется по линиям **развертывания** – увеличения количества и качества выполняемых функций за счет усложнения системы, и **свертывания** – упрощения системы при сохранении или росте полезных функций. На всех этапах развития процессы развертывания и свертывания могут чередоваться, приходя на смену друг другу, частично или полностью перекрываться, действуя параллельно, т.е. при общем развертывании системы отдельные её подсистемы могут свертываться и наоборот.

Развертывание системы начинается с момента её рождения и продолжается сначала в рамках существующей конструктивной концепции (принципа действия), а затем и при выходе за её пределы. Развертывание, как отмечалось выше, включает создание ФЦ – основной функциональной цепочки из подсистем (элементов), способных в совокупности выполнить основную функцию системы. Например, функциональный центр автомобиля включает: мотор, шасси с колесами, простейшее управление и запас горючего. Это «скелет» автомобиля, он напоминает современный картинг. Именно таким был первый автомобиль, построенный Бенцем. Функциональный центр создается путем объединения ранее самостоятельных систем со своими функциями и подсистем, специально созданных для работы в новой системе для обеспечения в совокупности с первыми получения нового системного свойства. При этом объединяются системы, дополняющие действие друг друга, а также компенсирующие (устраняющие) вредные функции. Так, при создании автомобиля были объединены существовавшие к тому времени двигатель и коляска. Новыми подсистемами были рулевое управление и коробка передач. При создании первого радиоприемника были объединены дополняющие друг друга известные элементы: когерер, электрическая батарея; новый элемент – антенна; компенсирующий элемент – молоточек, встряхивающий слипшиеся

опилки когерера после прохождения сигнала, готовя его к следующему циклу приема сигнала.

При создании ФЦ должны быть выполнены следующие требования: 1) все его звенья должны быть минимально жизнеспособны; 2) все звенья должны быть связаны между собой энергетической, вещественной, функциональной или информационной связью. К примеру, самолет А.Ф. Можайского имел более совершенные, чем у самолета братьев Райт, фюзеляж и органы управления, однако два элемента его функциональной цепи были принципиально нежизнеспособны: крылья были жесткими и плоскими, неспособными обеспечить необходимую подъемную силу, а двигателями служили паровые машины, имеющие слишком большой вес при малой тяге. И, хотя многие элементы самолета братьев Райт были примитивнее, чем у А.Ф. Можайского, но благодаря тому, что все они обладали минимальной жизнеспособностью, их самолет летал.

В большинстве систем совмещаются все виды связей. Так, между электростанциями, входящими в энергетическое кольцо, связь энергетическая и информационная (станции получают из центра информацию о том, какую необходимую мощность нужно дать в систему в данный момент). Между подсистемами автомобиля связь энергетическая (идет преобразование энергии из одного вида в другой), вещественная (узлы связаны конструктивно) и функциональная. Между радиоминой и ее взрывателем, расположенным за сотни километров, связь информационная (сигнал), при этом энергетическая связь совсем не обязательна (командой на взрыв может быть, к примеру, отсутствие сигнала).

Развертывание системы в процессе ее развития в рамках существующей конструкции происходит от функционального центра к периферии системы и осуществляется следующим образом:

1. Включение в систему дополнительных подсистем (элементов), повышающих качество выполнения основных функций. Так, в автомобиле применяются элементы регулирования: гидравлическая коробка передач, баллоны с регулируемым давлением, кузов, защищающий пассажиров и т.п.);

2. Включение в систему дополнительных подсистем, выполняющих вспомогательные функции, расширяющих ее функциональные возможности. Это, например, компьютер на автомобиле, определяющий оптимальные режимы, рекомендуемый маршрут, другое оборудование: радиоприемник, зажигалка, откидывающиеся кресла и т.п.;

3. Усложнение внутренней структуры системы: увеличение числа ступеней (уровней) в иерархии за счет ее внутрисистемного дробления путем деления системы на однородные подсистемы (элементы), либо на разнородные (разнофункциональные) подсистемы;

4. Переход к ретикулярной (сетевой) структуре. В вычислительной технике в качестве примера может служить переход от систем с центральным процессором к системам с распараллеливанием вычислений, с большим числом процессоров.

Развертывание системы может осуществляться также переходом в надсистему одним из следующих путей:

1. Создание надсистемы из разнородных подсистем (элементов), дающих новые системные свойства. Это эквивалентно созданию новой системы;

2. Создание надсистемы из одинаковых или однородных подсистем (элементов) – полисистемы. Простейшим случаем полисистемы является бисистема – полисистема из двух элементов. В полисистему могут объединяться как сложные, высокоразвитые системы, так и простые элементы (информационно-вычислительная сеть из ЭВМ, трос, сплетенный из множества проволок). Примерами бисистем являются: катамаран; двухцветный карандаш.

3. Создание надсистемы из систем (элементов) со сдвинутыми (близкими, но неодинаковыми) характеристиками. Это набор цветных карандашей или карандашей разной твердости, протяжка – многолезвийный режущий инструмент, включающий набор режущих элементов, каждый из которых заточен и расположен немного иначе, чем другие.

4. Создание надсистемы из альтернативных (конкурирующих) систем. В тех случаях, когда для выполнения той или иной функции имеется несколько различных путей (систем) и возможности каждого из них практически исчерпаны (система достигла насыщения), дальнейшее развитие возможно объединением систем разных типов, причем объединение проводится так, что недостатки каждой из систем компенсируются, а преимущества складываются. Объединение конкурирующих систем часто возникает когда одна система достигла своего потолка, а другая, более совершенная, идущая ей на смену, еще не может ее заменить полностью. Например, паровая машина позволила решить самую трудную для парусных судов проблему – преодоления полос штиля, но на первых этапах развития еще не могла обеспечить трансатлантического плавания из-за низкой экономичности. Поэтому появились парусно-паровые корабли. По аналогичной причине в 40-х гг. появились самолеты с ракетными ускорителями, а в наше время создаются автомобили с электродвигателем и двигателем внутреннего сгорания.

В последнее десятилетие методика объединения альтернативных технических систем в надсистему получила глубокую инструментальную проработку в исследованиях В.М. Герасимова и С.С. Литвина<sup>1</sup>. Она позволила выйти на понимание общности подходов в получении новых эффективных систем безотносительно к их природе, будь то биологические, технические или социально-экономические. Согласно понятийному аппарату, сложившемуся в ТРИЗ, альтернативными системами принято называть конкурирующие системы, обладающие парой взаимоположенных достоинств и недостатков. Чаще всего в качестве этих свойств рассматривают потребительские свойства (функциональность) и затратные характеристики (технологичность, материало-, энергоёмкость и т.д.).

Проведем некоторые параллели между мичуринскими опытами по выведению морозоустойчивых сортов плодовых деревьев (яблонь) и опытами по созданию

---

<sup>1</sup> Герасимов, В.М. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) / В.М. Герасимов, С.С. Литвин // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 1. – С.11–26.

путем «скрещивания» альтернативных систем в технике. Так, для обеспечения морозостойкости яблони в качестве базовой системы-подвоя брали яблоню-дичку с высокими качествами морозостойкости. С точки зрения функциональности ее маленькие и кислые плоды имеют низкий уровень выполнения функции. Но на него в целях достижения высокого качества плода прививался побег яблони-привой с крупным и вкусным плодом. Результат: морозостойкие яблони (низкие затраты) с крупным сочным плодом (высокая функциональность).

В рамках выполнения инжиниринговых работ на авиационном объединении им. Г. Димитрова (г. Тбилиси) специалистами по ТРИЗ-ФСА из Санкт-Петербурга (В.М. Герасимовым, С.С. Литвиным) в рамках конверсионной программы в конце 80-х гг. была предложена, сделанная по методике объединения альтернативных технических систем, принципиально новая конструкция велосипедного колеса. Суть её в следующем. В качестве пары альтернативных систем были взяты спицевое и дисковое колеса. Спицевое колесо, будучи трудоемким и нетехнологичным в изготовлении (высокие затраты), обладает высокими эксплуатационными качествами. Механические ударные нагрузки, возникающие при езде на велосипеде, «гасятся» в спицевых колесах за счет перераспределения усилий в нем за счет предварительного объемного (в разных направлениях) напряжения обода, обеспечивая удобство езды (высокая функциональность). Дисковое колесо, напротив, будучи высокотехнологичным (низкие затраты), имеет низкие эксплуатационные качества (все кочки «чувствуются» при езде).

Методика объединения альтернативных систем предполагает выбор в качестве «базовой» системы (аналог системы-подвоя в биологии) низкозатратной и экономичной системы и переноса на нее (посредством минимального числа конструктивных элементов) свойства, принципа действия (ПД), обеспечивающего высокую функциональность объекта. Таким свойством для спицевого колеса является объемная натяжка обода, именно поэтому оно и переносится на дисковое колесо. Перенос удалось решить практически без усложнения конструкции колеса. На центральной втулке были расположена с возможностью натяжения дисков-диафрагм система натяжных винтов, которыми в соответствии с отработанной технологией изготовления дисковых колес (технологичная операция) крепились диски-диафрагмы, которые затем при их «раздаче» вдоль оси втулки и фиксации напрягались, обеспечивая объемную натяжку обода. Полученная конструкция колеса оказалось принципиально новой и патентоспособной. Известны и другие «красивые» примеры работы методики в технической сфере.

Распространяя идею методики на социально-экономическую сферу, можно прогнозировать получение ряда новых эффективных решений. Так, можно заняться «скрещиванием» систем управления. Известна высокая эффективность американской и японской системы менеджмента, причем по своим признакам эти системы во многом противоположны. Отечественный менеджмент с позиций методики представляется той «базовой» системой, на которую можно пробовать «прививать» принципы (свойства) этих разных систем.

5. Создание: надсистемы из инверсных систем (систем с противоположными санкциями). Объединение систем с противоположными функциями позволяет по-

высить управляемость надсистемы произвольно менять ее параметры в широком диапазоне. Так, объединение нагревателя с холодильником дает кондиционер. Известно использование вместо двух систем трубопроводов (по одной транспортировалась пульпа, разрушающая трубы, а по другой – щелочная жидкость, осаждавшаяся на стенках и забивающая трубы) одной системой трубопровода с попеременной перекачкой пульпы и щелочной жидкости.

Свертывание системы проходит три последовательных этапа: минимальное, частичное и полное. Рождаются системы, в т.ч. технические, минимально (в некоторых случаях частично) свернутыми.

Минимальное свертывание системы – это создание связей между исходными системами (превращающимися в этом случае в подсистемы), обеспечивающих появление системного эффекта при минимальном их изменении. В большинстве случаев связи носят временный характер, возможен возврат исходных систем к самостоятельному функционированию. Примером может служить книжный стеллаж, изготовленный из стандартных полок, скрепленных между собой.

При частичном свертывании идет частичное изменение подсистем с целью упрощения, "подгонки" друг к другу, при этом улучшается работа системы: уменьшаются потери, повышается надежность и т. п., усиливаются связи между подсистемами, но возможность их "выхода" из системы еще сохраняется, правда, с понижением эффективности работы. Свертывание идет, как правило, в направлении, обратном развертыванию, – от периферии системы к ее функциональному центру (с вспомогательных, сервисных, защитных и т.п. подсистем). Этот процесс включает использование всех видов ресурсов, а также функционального и поэлементного анализа и осуществляется следующим образом:

1. Исключение дублирования функций отдельных подсистем, передача ряда функций специализированной подсистеме. К примеру, в старых телекомбайнах телевизор, радиоприемник, магнитофон и проигрыватель имели свои усилители, а сегодня в подобных системах один усилитель обслуживает все подсистемы.

2. Совмещение отдельных подсистем, слияние их функций. в том числе переход от последовательных технологических процессов к параллельным, совмещение технологических операций. Так, в поршневом самолете двигатель и движитель (винт) были разными подсистемами. В реактивном самолете двигатель является одновременно и движителем. А проведение обезжиривания, травления образца и его химического покрытия в одной ванне за счет использования комплексного раствора обеспечивает все нужные действия.

3. Упрощение, внутренней структуры системы и ее подсистем, в том числе: исключение отдельных элементов системы (отдельных технологических операций в технологических процессах); укрупнение элементарных подсистем (неразборных блоков). Примерами этого может служить изменение конструкции поворотного круга для тепловозов. Было предложено эту громоздкую систему, включающую крупные подшипники, электропривод и т.п., заменить поплавком на поверхности искусственного водоема. В первых радиоэлектронных устройствах элементарными подсистемами были радиодетали (лампы, резисторы, конденсаторы, по-

том – интегральные схемы), а сегодня в электронике микропроцессоры включают тысячи элементов.

При полном свертывании идет полное изменение подсистем, установление между ними неразрывных связей. Система становится простой, "выход" из нее бывших подсистем становится невозможным. На этом этапе система со всеми ее подсистемами, связями и т.д. часто заменяется "умным" веществом, выполняющим нужные функции за счет использования разных физ-, хим- и других эффектов. Примерами могут служить радиоэлементы в интегральной микросхеме.

Полностью свернутая система может продолжать развитие, включаться в различные надсистемы, даже разворачиваться, но все это идет при условии постоянного повышения идеальности.

Свертывание при рождении надсистемы и её дальнейшем развитии в принципе не отличается от свертывания при рождении и развитии системы низшего уровня. Однако свертывание, как правило, сильнее изменяет исходную систему, нежели разворачивание, дает решения более высокого уровня.

**Закон согласования-рассогласования систем (ЗС-РС).** В процессе развития систем на первых этапах происходит последовательное согласование системы и её подсистем между собой и с надсистемой, заключающееся в приведении основных параметров к определенным значениям, обеспечивающим наилучшее функционирование. На последующих этапах происходит рассогласование – целенаправленное изменение отдельных параметров, обеспечивающее получение дополнительного полезного эффекта (сверхэффекта). Конечным этапом в этом цикле развития является динамическое согласование-рассогласование, при котором параметры системы изменяются управляемо (а впоследствии и самоуправляемо) так, чтобы принимать оптимальные значения в зависимости от условий работы.

Согласование проявляется уже на этапе создания системы, когда идет подбор необходимых подсистем, образующих функциональную цепочку, системообразующих связей. К подсистемам, помимо требования обеспечения минимальной работоспособности, предъявляется требование совместимости друг с другом, поэтому случается, что подсистема, наилучшим образом выполняющая свою функцию вне системы, оказывается вовсе не лучшей для создаваемой системы.

Процесс согласования-рассогласования сопровождается повышением идеальности системы как за счет уменьшения функций расплаты, так и за счет повышения качества полезных функций. При этом часто возникает типичное противоречие: согласование одних параметров приводит к ухудшению согласования других.

Известны следующие виды согласования:

**Прямое согласование** – увеличение одного параметра требует увеличения другого. Например, увеличение числа оборотов двигателя автомобиля требует увеличения передаточного числа коробки передач.

**Обратное согласование** – увеличение одного параметра требует уменьшения другого и наоборот. Например, увеличение числа оборотов двигателя требует уменьшения диаметра колес автомобиля.

**Однородное согласование** – согласование однотипных параметров. Например, согласование температуры различных участков системы; входного и выходного электрического сопротивления; твердости взаимодействующих материалов.

**Неоднородное согласование** – согласование разнотипных параметров. Например, скорость резания согласуется с твердостью и геометрией резца.

**Внутреннее согласование** – согласование параметров подсистем между собой. Например, подбор материала пар трения для обеспечения долговечности узлов машин.

**Внешнее согласование** – согласование параметров системы с надсистемой, внешней средой. Например, изменение конструкции автомобиля в зависимости от качества дорог, на которые он рассчитан, придание автомобилю выгодной аэродинамической формы.

**Непосредственное согласование** – согласование систем, так или иначе связанных между собой. Например, электростанция и её потребители.

**Условное согласование** – согласование систем, непосредственно не связанных друг с другом, осуществляется через глубинные общественные механизмы. Так, в 50-е гг. американцы не допускали возможности запуска искусственного спутника Земли из-за отсутствия тогда в СССР ЭВМ, способных производить необходимые расчеты. Однако, расчеты удалось сделать без сложных ЭВМ, создав новые математические подходы.

Согласно исследованиям, проведенным в ТРИЗ, технические системы в своем развитии проходят следующие этапы согласования:

1. **Принудительное согласование** – в системе, в которой имеются подсистемы с разным уровнем развития, эффективность более развитых систем снижается до уровня наименее развитых. Например, скорость эскадры кораблей равна скорости самого тихоходного корабля.

2. **Буферное согласование** – согласование с помощью специально вводимых согласующих звеньев (подсистем, элементов). Примером может служить коробка передач в автомобиле.

3. **Свернутое согласование (самосогласование)** – согласование за счет самих подсистем, обычно благодаря тому, что хотя бы одна из них может работать в динамичном режиме. Частным случаем такого самосогласования – ресурсное согласование – с помощью имеющихся в системе ресурсов, чаще всего производных.

Согласованию-рассогласованию подлежат любые параметры технических систем, в том числе материалы, формы и размеры, ритмика действия, структура, энергетические, информационные и другие потоки, живучесть и т.п.

**Согласование по материалам реализуется через:**

1. Выравнивание свойств материалов по всему объему, в т.ч.: использование материалов высокой чистоты; устранение внутренних напряжений в материале.

2. Использование одинаковых материалов для разных частей системы и для выполнения разных функций.

3. Устранение контактных явлений. Подбор материалов для взаимодействующих частей системы таким образом, чтобы они не оказывали разрушающего дей-

ствия друг на друга. Так, материалы, работающие в среде электролита (воды), не должны образовывать электрохимические пары; материалы, работающие в среде водорода, не должны быть подвержены водородному охрупчиванию и т.п.

#### **Рассогласование по материалам реализуется через:**

1. Дифференциацию свойств материала по объему, в т.ч.: направленное легирование материалов; использование предварительного напряжения.

2. Использование разных материалов, взаимодополняющих друг друга при выполнении функций, в т.ч.: использование композитных материалов; добавок.

3. Использование контактных явлений, т.е. использование разницы между веществами для получения полезного эффекта, в том числе разницы физических свойств. Так, используется контактная разность потенциалов для получения сигнала о соприкосновении двух веществ.

#### **Динамическое согласование-рассогласование осуществляется:**

1. Использованием вместо вещества полисистемы с изменяемым состоянием. Так, антенна Куликова представляет собой набор дисков (катушек, пуговиц), стянутых тросиком. При натяжении тросика она превращается в стержень, при отпуске – в "кучку".

2. Использованием веществ с изменяющимся агрегатным состоянием, находящихся в смешанном агрегатном состоянии (например, смесь твердого тела и жидкости), переходящих в процессе работы из одного агрегатного состояния в другое под действием управляющего поля. Так, при необходимости создать давление внутри полости в нее помещают кусочек сухого льда – твердой углекислоты.

3. Использованием веществ с нелинейными зависимостями параметров от полей. В их числе: насыщающиеся в магнитном поле ферромагнитные вещества, полупроводники, материалы с "памятью" формы.

4. Использованием соединений с вспомогательными веществами, обладающими нужным свойством или создающими их, причем после того как необходимость в нем отпадает, дополнительное вещество легко убирается или исчезает само. Так, получение тонкого слоя порошка ведут путем выпаривания раствора, содержащего порошок в растворенном виде.

5. Самосогласованием материалов. Так, в активных химических средах происходит самопассивация (появление защитных пленок) некоторых металлов.

#### **Согласование формы и размеров осуществляется через:**

1. Придание системе формы и размеров, обеспечивающих оптимальное взаимодействие с внешней средой. Примерами здесь является придание аэродинамической обтекаемой формы автомобилям, судам, самолетам;

2. Использование простых геометрических форм, легко изготавливаемых, с хорошо изученными свойствами. Удобны и экономичны кубическая, цилиндрическая формы (кирпич, снаряд, ракета и т.п.);

#### **Рассогласование формы и размеров осуществляется через:**

1. Придание системе формы и размеров, обеспечивающих появление дополнительного полезного эффекта. Так, для повышения ходовых качеств корабля на его носу выполняют специальное утолщение – бульб, создающий свою систему волн, которая, интерферируя с волнами, создаваемыми корпусом корабля, гасит их и,

тем самым снижает волновое сопротивление. Резцу для обработки материалов (в частности, стали) придают размеры и форму, при которых возникают, вибрации, способствующие обламыванию стружки при обработке изделий.

2. Использование неклассических геометрических форм, дающих новые полезные эффекты. В частности, придание асимметричной формы изделиям позволяет получить полезный эффект. Так, скошенные стабилизаторы придают ракете возможность вращения в полете, увеличивая точность попадания в цель.

#### **Динамическое согласование-рассогласование осуществляется:**

1. Изменением формы и размеров под действием внешнего управления. Так, в очках из двух слоев гибкой прозрачной пластмассы, между которыми залит глицерин, можно изменять фокусное расстояние, меняя давление глицерина.

2. Через самосогласование формы и размеров. Так, если имеются две подвижные друг относительно друга поверхности, то оптимальной формой поверхности их взаимодействия будет та, которая получается при их приработке. Любопытно, что после длительных расчетов и множества опытов было доказано, что оптимальной формой поверхности железнодорожного колеса является та, которая получается при начальной степени износа колеса.

#### **Согласование ритмики действия реализуется через:**

1. Настройку всех подсистем на работу в одном ритме. Примером служит работа конвейерных линий.

2. Настройку ритма работы инструмента в соответствии с частотой его собственных колебаний или собственных колебаний изделия. Известно, что для эффективного разрушения пласта угля в него через скважины закачивают волю и подают давление импульсами с частотой, соответствующей собственной частоте колебаний пласта.

#### **Рассогласование реализуется через:**

1. Сдвиг ритма, расстройка работы подсистем. К примеру, периодическое изменение скорости конвейера снижает усталость рабочих.

2. Отстройка ритма работы частей изделия от частоты его собственных колебаний. Проектируя турбины, мосты, крылья самолетов, здания и т.п., всегда стараются сделать так, чтобы их резонансная частота ни при каких условиях не совпала с частотой вынужденных колебаний конструкции.

#### **Динамическое согласование-рассогласование осуществляется через:**

1. Управление частотой системы в процессе ее работы. Так, в мощных центрифугах для исключения возможности разрушения при проходе через критическую скорость вращения заполняют водой специальные полости; после того как опасные частоты пройдены, воду сливают.

2. Самосогласование, в т.ч. явления самосинхронизации, заключающееся в том, что входящие в одну надсистему разночастотные колебательные системы, даже очень слабо связанные между собой, через некоторое время вырабатывают единый ритм совместного движения. Так, например, самосинхронизируются висятые на одной стене маятниковые часы, а автоматические прессы в одном цехе через некоторое время начинают ударять в такт.

## **Согласование структуры осуществляется через:**

1. Согласование сложности подсистем, ведь системы с резко отличающимся уровнем сложности плохо взаимодействуют друг с другом. Нельзя установить современную систему с ЧПУ на довоенный токарный станок.

2. Исключение промежуточных согласующих подсистем. Так, автомобиль можно представить как цепочку преобразователей энергии: ископаемого топлива в тепловую энергию в цилиндре, тепловой энергии в движение поршня, прямолинейного движения поршня во вращение коленчатого вала, изменения скорости вращения коробкой передач и преобразования колесами энергии вращения в энергию движения автомобиля. С появлением роторных двигателей отпадает необходимость в промежуточном преобразовании энергии сгорания в движение поршня, а затем коленвала.

3. Стандартизацию элементарных частей систем. Это реализуется путем использования одинаковых и однотипных элементарных подсистем в разных системах («взаимозаменяемость»). Яркий пример – модульные конструкции.

**Рассогласование структуры реализуется через** переход к системам с дифференцированными внутренними условиями. Условия в оперативной зоне стремятся в этом случае стать оптимальными для проведения технологического процесса. Так, для обработки сильно окисляющихся материалов создаются цехи с инертной атмосферой.

**Динамическое согласование-рассогласование** – это явление самоорганизации структуры системы. Оно характерно для всех социально-экономических систем (вспомним «невидимую руку» рынка).

Функционирование систем проявляется в преобразовании проходящих через систему потоков вещества, энергии, информации. При этом тоже наблюдается их согласование, рассогласование, динамическое согласование-рассогласование.

Касаясь **живучести систем**, следует отметить моменты:

1. Согласования, когда живучесть подсистем (элементов) подбирается одинаковой. Примером служит создание равнопрочных конструкций, обеспечивающих максимальную длительность работы при минимальной стоимости системы.

2. Рассогласования – искусственного введения в систему подсистем с пониженной живучестью для ее защиты. Во время аварий "слабые" подсистемы "принимают удар на себя", а вся система остается целой. Хорошо известно использование в электрических цепях предохранителей с плавкими вставками, а в механических устройствах – срезных штифтов. В социальных системах нетрудно вспомнить «козлов отпущения», всегда виновных «стрелочников».

3. Динамического согласования-рассогласования – изменяющейся степени живучести подсистем в зависимости от условий работы. В качестве примера можно назвать автоматические предохранительные устройства, обеспечивающие защиту системы по разным параметрам по заданной программе.

**Закон повышения динамичности и управляемости систем (ЗПДУС).** В процессе развития любой системы происходит повышение её динамичности и управляемости, т.е. способности к целенаправленным изменениям, обеспечивающим улучшение адаптации, приспособления системы к меняющейся и взаимодей-

ствующей с ней среде. Повышение динамичности дает системе возможность сохранять высокую степень идеальности при значительных изменениях условий, требований и режимов работы. В области техники ярким примером является самолет с изменяемой в зависимости от режима полета геометрией крыла, корпуса.

Системы, в частности технические, рождаются, как правило, статичными неизменяемыми, узко- или даже однофункциональными. В процессе развития идет переход к мультифункциональности. Среди них следующие:

1. Переход к системам со сменными элементами. В качестве примера можно назвать дрель со сменными сверлами.

2. Переход от автоматного принципа, при котором выполнение той или иной функции задано соответствующим внутренним устройством системы, к программному, при котором в системе есть нужные блоки и выполнение той или иной функции задается программой соединения или подключения блоков. Примерами служат обрабатывающий центр, современная ЭВМ.

3. Переход к системам с изменяющимися элементами. Так, вместо сложных устройств, используемых для прижима деталей при их склейке предложено использовать надувные резиновые мешки.

В процессе развития технических систем происходит переход к системам с увеличенным числом степеней свободы, с повышением способности системы к следующим изменениям. Это проявляется:

1. В переходах от статичных неизменяемых систем к системам с механическими изменениями, в том числе с применением шарниров; шарнирных и других (зубчатых, пневматических, гидравлических и т.п.) механизмов, изменяющих направление и величину действующих сил; эластичных, гибких, пластичных и т.п. материалов. Примером может служить шарнирное соединение секций в двухсекционном «Икарусе». А использование в судостроении покрытий типа "ламинфло", сделанных по типу дельфиньей кожи позволяет значительно увеличить скорость кораблей. Это обеспечивается организацией особого пограничного слоя из микровихрей, обладающего малым сопротивлением.

2. В переходе к системам, изменяемым на микроуровне за счет свойств входящих в них веществ, нелинейных зависимостей параметров, фазовых переходов всех видов. В числе примеров такого перехода закрепление деталей при обработке с помощью легкоплавящегося вещества; введение в закалочное масло вещества, разлагающегося с выделением газов при нагреве (это обеспечивает эффективное перемешивание масла (барботаж) и повышает качество закалки).

3. В переходе к системам, в которых изменяется, перемещается, становится более динамичным не вещество, а поле. Так, в радиолокации вместо качающихся антенн начинают использовать фазированные антенные решетки, где регулируется фаза излучения множества отдельных излучателей, в результате чего можно свободно маневрировать диаграммой направленности излучения – качать ее в любой плоскости с недостижимой для механики скоростью, даже разделяя ее на несколько "лучей". В металлургии для перемешивания жидкого металла используют вместо механических мешалок электромагнитные перемешиватели.

Системы рождаются, как правило, неуправляемыми и повышение их управляемости идет следующими путями:

1. Принудительного управления состоянием систем, в т.ч. введением: управляющих веществ, устройств; управляющих полей; хорошо управляемого процесса, действующего против основного, которым нужно управлять. Примером служит введение различного рода запорной и регулирующей потоки арматуры, катализаторов или ингибиторов. В процессе тренировок тренер регулирует скорость ленты тренажера, тем самым управляя скоростью бегущего по ней спортсмена.

2. Перехода к самоуправлению, в т.ч. за счет введения обратных связей, использования "умных веществ" – разнообразных физических и химических эффектов, явлений. Примером являются различные системы автоматического управления станками и агрегатами, автопилоты.

3. Использования явления самоорганизации в системах, создания в них так называемых диссипативных структур. В технике примером служит создание безизносных пар трения за счет эффекта избирательного переноса.

В процессе развития происходит изменение устойчивости систем, а именно:

1. От систем с одним статически устойчивым состоянием к системам с несколькими устойчивыми состояниями (мультиустойчивость). Примерами служат: тумблер с несколькими рабочими положениями, его нельзя установить в промежуточном положении; выпуклая мембрана, имеющая два устойчивых состояния.

2. От систем, устойчивых статически, к системам, устойчивым динамически, т.е. за счет движения проходящего через систему потока энергии, управления. Яркий пример из детства. Трехколесный велосипед обладает статической устойчивостью, двухколесный – динамической (чтобы не упасть надо крутить педали). Чем выше статическая устойчивость самолета, тем он безопаснее, но менее маневрен. Сейчас создаются самолеты, которые имеют минимальный, а иногда и нулевой запас устойчивости, а их безопасность обеспечивается непрерывной работой автоматов и рулей по устранению отклонений. Такой самолет очень маневрен. В экономике вполне естественно понятие динамической устойчивости любого предприятия – устойчивости движения.

3. Использование неустойчивых систем, моментов потери устойчивости. Примерами являются: применение взрывчатых веществ, применение цепных реакций, процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

**Закон перехода систем на микроуровень (ЗПСМУ), использования полей.** Развитие всех систем идет в направлении все большего использования глубинных уровней строения материи (переход на микроуровень), задействования различных полей. Это прослеживается буквально во всех проявлениях природы, во всех видах человеческого бытия – от науки до духовной жизни. Формируется полевой взгляд на мир. Вещественные проявления материального мира рассматриваются современными мыслителями, такими как Д.М. Панин<sup>1</sup>, как структурирование единого поля. Вводится понятие «густота» как результат уплотнения, структури-

---

<sup>1</sup> Панин, Д.М. Теория густот: Опыт христианской философии конца XX века / Д.М. Панин. – М.: Мысль, 1993. – 294 с.

рования поля. Эти воззрения существенно расширяют формируемую еще в школе на примерах опытов по давлению света, его дифракции и интерференции. естественнонаучную картину мира людей в части корпускулярно-волнового дуализма.

Анализ патентного фонда в технике позволил выделить следующие уровни систем, каждый из которых характеризуется размерами типовых элементов, видом связи между ними, а также применяемыми эффектами и явлениями.

1. Макроуровень – системы включают узлы и детали специальной формы (шестерни, рычаги, втулки и т.п.).

2. Полисистемы из элементов простой геометрической формы («конструкции» набранные из стальных листов, нитей, шариков; магнитные сердечники, иглофрезы, тросы и т.п.).

3. Полисистемы из высокодисперсных элементов (порошки, эмульсии, аэрозоли, суспензии).

4. Системы, использующие эффекты, связанные со структурой веществ – аморфных и кристаллических, твердых и жидких, с кристаллическими перестройками и фазовыми переходами (надмолекулярный уровень).

5. Системы, использующие молекулярные явления – различные химические превращения (разложение и синтез, полимеризация, катализ и ингибирование).

6. Системы, использующие атомные явления – физические эффекты, связанные с изменением атомов веществ (ионизация и рекомбинация, действие элементарных частиц, в том числе электронов, и т.п.).

7. Системы, использующие вместо веществ действие различных полей – тепла, света, электромагнитных взаимодействий и т.п.

Следует отметить, что переход на микроуровень характерен не только для используемых в технической системе веществ, но и для использования в технической системе пустот. Использование пустоты вместо вещества в системе всегда выгодно – повышается идеальность.

Когда говорится о применении пустоты, вовсе не имеют в виду обязательно вакуум, а скорее проявление неоднородностей в веществе, полостей, заполненных другими, менее плотными веществами. Так, можно считать пустотой жидкостные и газовые включения в твердом теле, пузырьки газа или пара в жидкости и т.п. На макроуровне использование пустоты очень разнообразно: сверления, пазы; отверстия в литье, пустотные резонаторы и т.п. Типичной полисистемой 2-го уровня можно считать сотовые конструкции, применяемые там, где необходима высокая жесткость при малом весе (авиация). Промежуточным между 2 и 3-м уровнями можно считать использование пены. Система 3-го уровня – капиллярно-пористые тела. Между 3 и 4-м уровнями можно разместить микропористые мембраны; система 5-го уровня – использование дислокаций, "вакантных" мест в кристаллической решетке, "дырок", как их называют в электронике. Система 5-го уровня – "химические" пустоты, созданные расположением молекул в так называемых клатратных соединениях, где молекулы одних веществ размещаются в полостях "каркаса", созданного молекулам других веществ. К клатратам относятся и широко применяемые в технике вещества – цеолиты. К 6-му уровню можно отнести

процессы ионизации, когда атом лишается части своих электронов, а может быть, и процессы распада атомов и элементарных частиц.

**Использование полей в системах.** Термин "поле" в разных областях науки имеет различный смысл. В физике под полями понимают такие физические явления, как гравитация, электромагнитные взаимодействия, ядерные взаимодействия. В математике, сельском хозяйстве, геологии, общественной жизни слово "поле" имеет другой смысл. Понятие поля в ТРИЗ ближе всего к физическому, но имеет свои отличительные особенности. Под полем в "техническом" смысле мы будем понимать взаимодействие между объектами (веществами). Анализ патентного фонда позволил выявить ряд наиболее эффективно работающих в технике полей, а также и определенную последовательность их применения по мере развития технической системы. Эта последовательность во многом согласуется с этапами перехода на микроуровень и выглядит следующим образом:

1. Механические поля, в том числе: гравитационные, инерционные (центробежные) силы; перемещение объектов; изменение давления, механические напряжения; гидродинамические и аэродинамические силы.

2. Тепловые поля, в том числе: нагрев; охлаждение.

3. Химические поля, в том числе: синтез и разрушение молекул; использование катализаторов и ингибиторов; использование особо активных веществ: озона, фтора и т.п.; введение инертных веществ; использование биохимии, запаховых и вкусовых ощущений.

4. Электрическое поле, в том числе: электростатика, использование эффектов, связанных с электрическими зарядами (электризация, коронный разряд); электрический ток, эффекты, связанные с прохождением тока через вещество (электролиз, электрофорез и т.п.).

5. Магнитное поле.

Для удобства запоминания последовательности перехода полей на микроуровень в ТРИЗ предложена аббревиатура МАТХЭМ (поле: механическое, акустическое, тепловое, химическое, электрическое, магнитное). Наиболее эффективным в развитии оказывается суммарное использование различных полей, в том числе парных комплексов (электрохимия, электромагнетизм, тепловые явления и химия и т.п.), а также в сочетании с разными уровнями строения вещества.

В использовании полей можно отметить следующие тенденции:

1. Переход от использования поля одного знака к совмещению в одной системе действия полей противоположного направления (знака), например, возвратно-поступательной перемещение, увеличение-уменьшение давления, нагрев и охлаждение, химическое разложение и синтез, действие положительных и отрицательных электрических зарядов и т.п.).

2. Переход к использованию переменных (периодически изменяющихся во времени или в пространстве) полей, например, вибрации, акустические поля, температурные колебания, волновые химические процессы (автоволны концентрации и т.п.), переменные токи и электромагнитные волны, в т.ч. свет, радиация и т.п. При этом диапазон частот переменных полей расширяется.

3. Переход к использованию импульсных и градиентных (неравномерных в пространстве или во времени) полей, например, взрывов, сверхбыстрого нагрева или охлаждения, электрических и (или) магнитных импульсов.

4. Переход к суммарному действию различных полей с использованием системных эффектов от совмещения.

Практически большинство функций, выполняемых техническими системами, могут быть реализованы на разных уровнях строения системы с использованием разных полей. Например, функцию скрепления деталей можно выполнить на уровне 1 (болты, гайки); на уровне 2 (застежка типа «репейник»); на уровне 3 (с помощью капиллярных сил – пинцет для удержания мельчайших деталей, содержащий каплю жидкости, смачивающую деталь); на уровне 4 (соединение путем пайки, сварки); на уровне 5 (химический клей); на уровне 6 (удержание с помощью электростатического притяжения); на уровне 7 – магнитное притяжение.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Почему так важно знать закономерности организации, функционирования и развития систем?

2. Дайте определение понятию «закон».

3. Чем различаются законы (закономерности) организации, функционирования и развития систем?

4. Почему обобщенные в ТРИЗ законы развития технических систем были сведены в группы: статика, кинематика, динамика?

5. В чем состоит суть закона функциональной полноты частей системы?

6. Поясните, зачем должна быть обеспечена минимальная работоспособность функционального центра системы?

7. Что дает сквозная проводимость потоков (вещества, энергии, информации) через систему и согласование ритмики её частей?

8. В чем суть закона неравномерного развития частей системы и какие следствия вытекают из него? В чем суть соотношения В. Парето 20:80?

9. Раскройте смысл закона повышения степени идеальности и каковы линии его реализации?

10. Как «работают» линии (закономерности) развертывания-свертывания и согласования-рассогласования в системах?

11. Дайте характеристику закону s-образного (логистического) развития систем и поясните, как в нем отражаются законы диалектики.

12. Дайте понятие закону повышения степени динамичности и управляемости.

13. Раскройте смысл закона перехода систем в их развитии на микроуровень.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Написание учебников и учебных пособий вообще – одно из самых тяжелейших занятий на свете. Ведь любое учебное пособие отнюдь не самостоятельно и самодостаточно, оно является частью целостной системы, которая должна быть «вписана» в существующую систему обучения и надежно согласована с ней.

Хороший учебник – это сложнейшая система, выполняющая множество дидактических функций: 1) информационную; 2) систематизирующую; 3) интегрирующую; 4) координирующую; 5) закрепления знаний и самоконтроля; 6) самообразования; 7) развивающе-воспитывающую. При этом все они должны выступать в каждом учебнике в органическом единстве, составляющем иерархически организованную структуру. Построение такой системы требует мощной теоретической платформы, создание которой – дело чрезвычайно сложное, связанное с синтезом множества элементов конкретных наук, педагогики и психологии, философии и истории, а также науковедения<sup>1</sup>.

Написание учебного пособия по ТРИЗ – дело тяжелое вдвойне, ведь оно ориентируется на обучение универсальным технологиям творчества, применимым к решению нестандартных задач в любой сфере человеческой деятельности. При этом сразу возникает противоречие, состоящее в том, что подача материала в таком пособии должна быть универсальной (безотносительной к какой-либо сфере деятельности) и она должна быть узкоспециальной, т.к. сегодняшнее высшее образование имеет вполне конкретную узаконенную структуру специальностей. Однако «путешествие» в сторону узкой специализации уже давно доказало свою несостоятельность, став темой многих изречений и афоризмов. Так, согласно точной мысли Козьмы Пруткова, «узкий специалист флюсу подобен – полнота его односторонняя», а изречения Бернарда Шоу звучат гораздо жестче: «Узкая специализация – это широкая идиотизация!» или «Узкий специалист – человек, который знает все больше и больше о всё меньшем и меньшем до тех пор, пока будет знать всё – ни о чем и ничего – обо всем!».

Однако перечень противоречий этим не исчерпывается. Так, обучение было, есть и остается предметным, ведь оно повторяет организационную структуру науки, однако всякая предметность мешает целостности и панорамности восприятия огромного мира. Образование, безусловно, не может не учитывать ментальности и культуры народа, особенностей климата страны и её территории, т.е. быть специфичным, но вместе с тем оно с каждым годом стремится к унификации ввиду ошеломляющего развития систем различных связей, транспортных и информационно-коммуникационных сетей. Иначе, образно говоря, сегодняшний мир становится «близким и очень маленьким». Чтобы быть по-настоящему высококачественным, современное образование, конечно же, должно быть дорогим<sup>2</sup>, но вместе

---

<sup>1</sup> Кузнецов, В.И. Принципы активной педагогики: что и как преподавать в современной школе. – М.: Издат. Центр «Академия», 2001. – 120 с.

<sup>2</sup> Вспомним широко известное выражение: «Если Вы не знаете, почем знание, попробуйте, почем невежество».

с тем оно не может быть таковым, чтобы быть доступным широким массам населения, ведь разделение образования на элитарное и эгалитарное весьма опасно.

Для того, чтобы быть максимально эффективным, образование должно быть добровольным (нельзя учиться «из под палки»), однако современное образование должно быть обязательным, ведь иначе безграмотность и некомпетентность людей в быстромеменяющемся мире становится все более социально опасной.

Безусловно, хорошо, что ТРИЗ с каждым годом все шире входит в программы профессиональной подготовки в сфере высшего образования, ведь сегодня темпы роста качества подготовки будущих специалистов должны опережать темпы роста качества специалистов, уже занятых в народном хозяйстве. Именно такой интеллектуальный подпор необходим современной экономике. Образование не может идти вслед за потребностями рынка, оно всегда должно работать «на опережение». Безусловно, при такой постановке вопроса также возникает необходимость разрешения ряда новых противоречий.

Так, например, преподавательский корпус должен научить сегодняшних студентов, а завтрашних специалистов жить и работать в мире, который преподаватели вообще не знают сами (в нем лишь только предстоит жить в будущем!). Именно поэтому важно, чтобы преподаватели не только сами активно занимались научными исследованиями, но приобщали к этому студенчество. Ведь университеты – это особый вид образовательных учреждений, где должны преподавать ученые, несущие дух творчества и критическое мышление из исследовательских лабораторий и новейших публикаций непосредственно в учебную аудиторию.

Не случайно сегодня обострился интерес к конструкциям учебников и учебных пособий, написанных великими учеными-естествоиспытателями (Д.И. Менделеевым, А.М. Бутлеровым и др.), стихийно избравшими для изложения материала диалектический метод познания науки. Ведь в основе их учебников находилась логика науки, точнее диалектика химической науки того времени.

При написании настоящего пособия нами выбрано направление классического типа: от теории к технологическим приложениям, хотя для целей качественного личностно-ориентированного обучения, базирующегося на высокой мотивации обучающихся, все должно идти с точностью наоборот: от постановки проблемных заданий, вызывающих стойкий интерес к их разрешению, к постепенному освоению обучающимися сначала простых решательных инструментов ТРИЗ, возбуждающих у них интерес к освоению более сложных и изысканных инструментов по мере достижения ситуаций успеха, а затем и подлинных глубин теории.

Однако на этом пути необходимо, прежде всего, сделать многие изменения в организации учебного процесса, включающие: лучшее, чем сегодня, распознавание обучающихся по стилевым особенностям восприятия ими информации (психотипирование); формирование ансамблей учебных проблемных ситуаций (задач) с учетом такого типирования; разработки индивидуальных и групповых – для малых групп – образовательных траекторий.

Авторы пособия хорошо понимают, что оно не свободно от недостатков и готовы работать над его совершенствованием в будущем.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альтшуллер, Г.С. Биоэффекты – аналоги физических эффектов / Г.С. Альтшуллер. – Баку, 1982.
2. Альтшуллер, Г.С. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности / Г.С. Альтшуллер, И.М. Верткин. – Мн.: Беларусь, 1994. – 479 с.
3. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – Новосибирск: Наука, 1991. – 225 с.
4. Альтшуллер, Г.С. О психологии изобретательского творчества / Г.С. Альтшуллер, Р.Б. Шапиро // Вопросы психологии. – 1956. – № 6. – С. 37–49.
5. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – М.: Сов. радио, 1979. – 175 с.
6. Большой российский энциклопедический словарь. – М.: Большая Рос. Энциклопедия, 2003. – 1888 с.
7. Бор, М.З. Основы экономических исследований. Логика, методология, организация, методика / М.З. Бор. – М.: Изд-во «ДИС», 1998. – 144 с.
8. Бородастов, Г.В. Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач: учебное пособие / Г.В. Бородастов, С.Д. Денисов, В.А. Ефимов и др. – М.: ЦНИИатоминформ, 1979. – 93 с.
9. Бухвалов, В.А. Изобретаем черепаху. Как применять ТРИЗ в школьном курсе биологии: книга для учителей и учащихся / В.А. Бухвалов, Ю.С. Мурашковский. – Рига. – 1993. – 124 с.
10. Викентьев, И.Л. Кривая всегда вывезет. Геометрия для изобретателей / И.Л. Викентьев, В.И. Ефремов // Правила игры без правил / сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – С. 71–175.
11. Герасимов, В.М. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) / В.М. Герасимов, С.С. Литвин // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 1. – С.11–26.
12. Денисов, С. Указатель физических эффектов и явлений для изобретателей и рационализаторов / С. Денисов, В. Ефимов, В. Зубарев, В. Кустов. – Обнинск, 1977. – 214 с.
13. Дружинин, В.В. Введение в теорию конфликта / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, М.Д. Конторов. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.
14. Ефимов, В.А. Магический кристалл физики / В.А. Ефимов, Г.С. Альтшуллер, М.С. Померанц и др. // Дерзкие формулы творчества / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – С. 85–171.
15. Захаров, А.Н. Об единстве инструментов ТРИЗ / А.Н. Захаров // Технологии творчества. – 1999. – № 1. – С. 19–38.
16. Злотин, Б.Л. Решение исследовательских задач / Б.Л. Злотин, А.В. Зусман. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991. – 204 с.
17. Иванов, Г.И. Миниалгоритм формулирования задач из производственно-технологической проблемной ситуации – АВИЗ-2000 / Г.И. Иванов // Твор-

- чество во имя достойной жизни: Тез. докл. науч.-практ. конф.(16–17 авг.). – Петрозаводск: МАТРИЗ, 2000. – С. 60–61.
18. Иванов, Г.И. Формулирование творческих задач / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий. – Челябинск: ИИЦ «ТРИЗ-инфо», 2000. – 60 с.
  19. Кожевникова, Л.А. Фонд материалов по ТРИЗ ЧОУНБ / Л.А. Кожевникова // Технологии творчества. – 1999. – № 2. – С. 6–23.
  20. Крикун, П.Д. Стандартные решения изобретательских задач: учеб. пособие по курсу «Теория решения изобретательских задач» / П.Д. Крикун, Б.В. Шмаков, Е.Г. Щепетов; под ред Ф.Я. Изакова. – Челябинск: ЧПИ, 1984. – 76 с.
  21. Литвин, С.С. О банке технических эффектов / С.С. Литвин, А.Л. Любомирский. – Журнал ТРИЗ. – 1990. – Т.1. – № 2. – С. 22–27.
  22. Лихолетов, В.В. Иллюстрации действия законов развития технических систем на примерах курса «Конструкции из дерева и пластмасс»: учеб. пособие / В.В. Лихолетов. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 85 с.
  23. Лихолетов, В.В. Понятийный аппарат функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач через призму анекдота: учеб. пособие / В.В. Лихолетов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2000. – 59 с.
  24. Лихолетов, В.В. Понятийный аппарат функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач через призму карикатуры: учеб. пособие / В.В. Лихолетов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2000. – 87 с.
  25. Лихолетов, В.В. Развитие творческого воображения у детей: учеб.-практ. пособие / В.В. Лихолетов, Ю.Ф. Прохоров, А.П. Киселев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 62 с.
  26. Лихолетов, В.В. Управление инновациями. Коммерциализация интеллектуальной собственности: тексты лекций / В.В. Лихолетов, А.В., Лихолетов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2008. – 153 с.
  27. Лихолетов, В.В. Свернутая модель законов развития систем / В.В. Лихолетов // Педагогика.– 2002.– № 6.– С. 35–40.
  28. Лихолетов, В.В. Технические системы и строительные конструкции / В.В. Лихолетов, В.З. Клименко. – Киев: УМК ВО, 1992. – 128 с.
  29. Лихолетов В.В. Технологии творчества: теоретические основы, моделирование, практика реализации в профессиональном образовании: монография. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 288 с.
  30. Лихолетов В.В. ТРИЗ как уникальный отечественный социально-культурный феномен // Мат-лы IX междунар. науч. конф. «Славянские народы в постиндустриальном обществе: образование и культура» (13-14 окт. 2005 г.) – Пермь: УГИ, 2005. С.3–8.
  31. Мартыненко, А.В. Высокие технологии и высшее образование / А.В. Мартыненко // Знание. Понимание. Умение. – 2006. – № 1. – С. 64–67.
  32. Методы поиска новых технических решений / С.Ф. Пирятинская, Г.И. Иванов, Л.М. Киселев. – Киев: УкрНИИНТИ, 1988. – 88 с.
  33. Могилевский, В.Д. Методология систем: вербальный подход / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – 251 с.

34. Орлов, Г. Древо музыки / Г. Орлов. – Вашингтон – Санкт-Петербург: Н.А. Frager&Co, «Советский композитор», 1992. – 408 с.
35. Орлов, М.А. Основы классической ТРИЗ / М.А.Орлов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416 с.
36. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
37. Применение физических эффектов в решении технических задач: учебное пособие / В.А. Ахлюстин, В.М. Березин, В.П. Бескачко и др.; под ред. Г.П. Вяткина. – Челябинск: ЧПИ, 1985. – 80 с.
38. Прохоров, Ю.Ф. Основы функционально-стоимостного анализа систем: учеб. Пособие / Ю.Ф. Прохоров, В.В. Лихолетов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001. – 114 с.
39. Саламатов, Ю.П. Подвиги на молекулярном уровне. Химия помогает решать трудные изобретательские задачи / Ю.П. Саламатов // Нить в лабиринте / сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – С. 95–163.
40. Саламатов, Ю.П. Система законов развития техники / Ю.П. Саламатов // Шанс на приключение. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – С. 7–174.
41. Сборник творческих задач по биологии, экологии и ТРИЗ: учеб. пособие / авт.-сост. В.И. Тимохов. – СПб.: Изд-во ТОО «ТРИЗ-ШАНС», 1996. – 105 с.
42. Теория решения изобретательских задач. ТРИЗ: науч.-вспомогат. Указ. Лит. 1956-2000 гг. / сост. Л.А. Кожевникова. – Челябинск: ЧОУНБ, 2007. – 198 с.
43. Тимохов В. И. Карточка биологических эффектов. В помощь учителю биологии. – Гомель: Литературно-творческая лаборатория «ИКО», 1993. – 47 с.
44. Толкачев, А.А. Диагноз: ТРИЗ / А.А. Толкачев. – СПб: Фирма КОСТА, 2004. – 496 с.
45. Уразаев, В.Г. ТРИЗ в электронике / В.Г. Уразаев. – М.: Техносфера, 2006. – 320 с.
46. Циклы как основа мироздания / Под ред. Ю.Н. Соколова. – Ставрополь: Изд-во Сев.-Кавказ. гос. техн. ун-та, 2001. – 568 с.
47. Цуриков, В.М. Проект «Изобретающая машина» – интеллектуальная среда поддержки инженерной деятельности / В.М. Цуриков // Журнал ТРИЗ. – 1991. – № 2.1. – С. 17–34.
48. Цуриков, В.М. Математические эффекты – новый раздел информационных фондов ТРИЗ / В.М. Цуриков. – Журнал ТРИЗ. – 1991. – № 1. – С. 48–55.
49. Шмаков, Б.В. Вепольный анализ технических систем: учеб. пособие по курсу «Теория решения изобретательских задач» / Б.В. Шмаков, П.Д. Крикун, Е.Г. Щепетов; под ред Ф.Я. Изакова. – Челябинск: ЧПИ, 1985. – 58 с.
50. Шмаков, Б.В. Моделирование процессов управления материальным потоком дистрибьюторской фирмы (системный подход): монография / Б.В. Шмаков, И.Б. Егоров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 262 с.

51. Шпаковский, Н.А. Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей / Н.А. Шпаковский. – М.: ТРИЗ-профи, 2006. – 240 с.
52. Щепетов, Е.Г., Методы активизации мышления: учеб. пособие / Е.Г. Щепетов, Б.В. Шмаков, П.Д. Крикун; под ред. Ф.Я. Изакова. – Челябинск: ЧПИ, 1988. – 86 с.
53. Altshuller, G.S. Creativity as an Exact Science The Theory of the Solution of Inventive Problem / G.S. Altshuller. – Gordon & Breach Science Publishers, 1988. – 319 p.
54. Altshuller, G. The Innovation Algorithm. TRIZ, systematic innovation and technical creativity / G. Altshuller. – Worcester : Technical Innovation center, Inc., 1999. – 315 p.
55. Salamatov, Y. TRIZ: The Right Solution at the Right Time / Y. Salamatov. – Insytec, The Netherlands, 1999.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Таблица П1

### Физические эффекты и сферы их применения при решении изобретательских задач

№	Физэффекты, явления, процессы, силы и т.п.	Некоторые возможные применения в изобретательстве
1	2	3
1	Центробежная сила	Разделение разнородных объектов. Придание объектам определенной формы
2	Гироскопические эффекты	Фиксация направления. Обеспечение устойчивости объектов
3	Механические колебания. Резонанс. Стоячие волны	Управление перемещением объектов и их составных частей. Измерение различных физических параметров. Избирательное воздействие на один из элементов системы. Усиление механического действия. Создание определенной структуры в веществе
4	Ультразвук. Кавитация	Измерение различных физических параметров. Интенсификация процессов, идущих на молекулярном уровне(смешивание, осаждение, разделение, очистка поверхностей от осадков, разрушение, сварка и т.д.)
5	Эффект Баушенгера. Эффект Пойнтинга	Измерение различных механических характеристик объектов (перемещение, действующие на объект усилия и т.д.)
6	Эффект К. Александрова	Повышение эффективности передачи энергии при ударе
7	Эффект Томса	Снижение гидравлического сопротивления
8	Эффект Бернулли. Эффект Коанда. Эффект турбулизации струи. Эффект взаимодействия струй	Управление пневмо- и гидропотоками, их измерение. Перемешивание потоков
9	Гидравлический удар. Электрогидравлический удар (эффект Л.Юткина). Светогидравлический удар	Импульсная передача механической энергии. Обработка и разрушение твердых сред. Интенсификация процессов в газообразных и жидких средах
10	Капиллярные явления	Передача и распределение жидкостей по площади и объектам
11	Эффект Джоуля-Томсона. Эффект Ранка	Нагревание и охлаждение газов
12	Тепловое расширение твердых тел	Получение больших усилий. Управляемое перемещение объектов
13	Сверхтекучесть	Снижение (уничтожение) трения
14	Радиометрический эффект	Измерение низких давлений. Исследование газовых сред и их взаимодействия со стенками
15	Статическое электричество	Интенсификация технологических процессов. Управление движением вещества, находящегося в раздробленном состоянии (пыль, порошок). Электронная технология

1	2	3
16	Электрические разряды в газах	Интенсификация химических реакций. Измерение различных физических характеристик объекта (являющегося электродом). Управление движением фазовых потоков и частиц вещества. Преобразование электрического тока
17	Явление анодного растворения.	Обработка поверхностей различных объектов. Интенсификация механической обработки. Повышение стойкости инструментов
18	Размагничивание ферромагнетиков при нагреве выше точки Кюри. Эффект Гопкинса.	Автоматизация процесса, зависящих от температуры. Измерение различных физических характеристик
19	Эффект Баркгаузена (Баркхаузена)	Регистрация различных импульсных процессов
20	Магнитокалорический эффект	Получение низких температур
21	Эффект Холла	Измерение характеристик магнитных полей и объектов, находящихся в магнитных полях
22	Пьезоэлектрические эффекты	Взаимопреобразование механических и электрических колебаний. Измерение различных физических характеристик. Обеспечение микроперемещений (особенно в колебательном режиме)
23	Термоэлектрические явления (явление Зеебека, явление Пельтье, явление Томсона)	Охлаждение и нагрев объектов. Измерение температуры. Анализ структуры объектов
24	Термоэлектронная эмиссия. Эффект Молтера	Преобразование тепловой энергии в электрическую. Хранение информации
25.	Эффект Ганна	Генерирование и усиление СВЧ, стабилизация токов, логические схемы
26	Гироманитные явления (эффект Эйнштейна – Де Газа, эффект Барнетта)	Измерение характеристик магнитных полей и объектов, находящихся в магнитных полях
27	Магнитоупругий эффект.	Регистрация различных состояний объекта (напряжения, деформации и т.д.)
28	Магнитострикция.	Измерение различных физических характеристик объектов. Преобразование механических и электромагнитных колебаний
29	Дельта E эффект	Измерение характеристик объектов, находящихся в магнитных полях
30	Индукцированные токи в сплошных проводниках	Нагрев объектов. Управление движением объектов, в которых наведены индуцированные токи
31	Скин-эффект	Обработка поверхностей объектов
32	Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Эффект Джозефсона	Передача электроэнергии. Получение и измерение магнитных полей. Генерирование миллиметровых электромагнитных волн

1	2	3
33	Интерференция и дифракция. Эффект Доплера. Муаровый эффект.	Исследование различных поверхностей. Регистрация микросдвигов. Измерение расстояний
34	Световое давление.	Регулирование и настройка сверхтонких механизмов. Перемещение объектов в космических условиях
35	Оптико-акустический эффект	Анализ состава и состояния газовых сред
36	Голография	Воспроизведение волновых полей излучения. Регистрация и обработка информации о структуре и свойствах объектов
37	Инфракрасное излучение. Ультрафиолетовое излучение	Нагрев объектов. Определение различных характеристик процессов и объектов. Интенсификация химических процессов
38	Рентгеновские излучения. Радиоактивные излучения	Определение и изменение различных характеристик процессов и объектов. Интенсификация химических процессов. Регистрация перемещения объектов
39	Эффект Черенкова	Измерение параметров сверхбыстродвижущихся частиц
40	Эффект Мёссбауэра	Анализ химического состава объектов
41	Индукцированное (лазерное) излучение	Получение, передача и обработка сигналов. Точные измерения механических характеристик. Передача энергии. Создание высоких температур в малых объёмах. Обработка материалов
42	Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)	Изучение строения веществ. Генерация сверхмощных субмиллиметровых волн
43	Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)	Измерение магнитных полей. Анализ состава веществ
44	Эффект Оверхаузена-Абрагама	Измерение магнитных полей
45	Фотоэффекты (внешний, внутренний)	Превращение света в поток электронов. Регистрация и определение характеристик светового потока. Автоматизация процессов
46	Эффект Дембера, фотопластический эффект	Регистрация и определение характеристик светового потока. Излучение структуры твердого тела
47	Фотохромный эффект	Изменение внешнего вида и прозрачности объекта в зависимости от разных факторов
48	Люминесценция. Эффект Гуддена-Поля	Преобразование разных видов энергии в световую энергию. Управление изображениями. Контроль за перемещениями вещества. Дефектоскопия
49	Поляризация света	Исследование состава веществ. Определение параметров излучающего объекта. Управление световыми потоками
50	Фотоупругость. Эффект Керра. Эффект Максвелла	Исследование состояния жидких и твёрдых тел. Датчики давления. Управление световыми потоками. Исследование микрообъектами

## ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТОВ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

### Класс 1. Построение и разрушение вепольных систем

#### 1.1. Синтез веполей

- 1.1.1. Постройка веполя
- 1.1.2. Внутренний комплексный веполь
- 1.1.3. Внешний комплексный веполь
- 1.1.4. Веполь на внешней среде
- 1.1.5. Веполь на внешней среде с добавками
- 1.1.6. Минимальный режим
- 1.1.7. Максимальный режим
- 1.8. Избирательно-максимальный режим

#### 1.2. Разрушение веполей

- 1.2.1. Устранение вредной связи введением  $V_3$
- 1.2.2. Устранение вредной связи введением видоизмененных  $V_1$  и/или  $V_2$
- 1.2.3. «Оттягивание» вредного действия
- 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью  $P_2$
- 1.2.5. «Отключение» магнитных связей

### Класс 2. Развитие вепольных систем

#### 2.1. Переход к сложным веполям

- 2.1.1. Цепные веполи
- 2.1.2. Двойные веполи

#### 2.2. Форсирование веполей

- 2.2.1. Переход к более управляемым полям
- 2.2.2. Дробление  $V_2$
- 2.2.3. Переход к капиллярно-пористым веществам
- 2.2.4. Динамизация
- 2.2.5. Структуризация полей
- 2.2.6. Структуризация веществ

#### 2.3. Форсирование согласованием ритмики

- 2.3.1. Согласование ритмики  $P$  и  $V$ , (или  $V_2$ )
- 2.3.2. Согласование ритмики  $P_1$  и  $P_2$
- 2.3.3. Согласование несовместимых или ранее независимых действий

#### 2.4. Феполи (комплексно форсированные веполи)

- 2.4.1. «Протофеполи»
- 2.4.2. Феполи
- 2.4.3. Магнитная жидкость

- 2.4.4. Использование капиллярно-пористых структур в феполях
- 2.4.5. Комплексные феполи
- 2.4.6. Феполи на внешней среде
- 2.4.7. Использование физэффектов
- 2.4.8. Динамизация
- 2.4.9. Структуризация
- 2.4.10. Согласование ритмики в феполях
- 2.4.11. Эполи
- 2.4.12. Реологические жидкости

### **Класс 3. Переход к надсистеме и на микроуровень**

#### **3.1. Переход к бисистемам и полисистемам**

- 3.1.1. Системный переход 1-а: образование бисистем и полисистем
- 3.1.2. Развитие связей в бисистемах и полисистемах
- 3.1.3. Системный переход 1-б: увеличение различия между элементами
- 3.1.4. Свертывание бисистем и полисистем
- 3.1.5. Системный переход 1-в: противоположные свойства целого и частей

#### **3.2. Переход на микроуровень**

- 3.2.1. Системный переход 2: переход на микроуровень

### **Класс 4. Стандарты на обнаружение и измерение систем**

#### **4.1. Обходные пути**

- 4.1.1. Вместо обнаружения или измерения - изменение систем
- 4.1.2. Использование копий
- 4.1.3. Измерение - два последовательных обнаружения

#### **4.2. Синтез измерительных систем**

- 4.2.1. «Измерительный» веполь
- 4.2.2. Комплексный «измерительный» веполь
- 4.2.3. «Измерительный» веполь на внешней среде
- 4.2.4. Получение добавок во внешней среде

#### **4.3. Форсирование измерительных веполей**

- 4.3.1. Использование физэффектов
- 4.3.2. Использование резонанса контролируемого объекта
- 4.3.3. Использование резонанса присоединенного объекта

#### **4.4. Переход к фепольным системам**

- 4.4.1. «Измерительный протофеполь»
- 4.4.2. «Измерительный» феполь
- 4.4.3. Комплексный «измерительный» феполь
- 4.4.4. «Измерительный» феполь на внешней среде
- 4.4.5. Использование физэффектов

#### **4.5. Направление развития измерительных систем**

- 4.5.1. Переход к бисистемам и полисистемам

#### 4.5.2. Направление развития

### **Класс 5. Стандарты на применение стандартов**

#### **5.1. Введение веществ**

5.1.1. Обходные пути

5.1.2. «Раздвоение» вещества

5.1.3. Самоустранение отработанных веществ

5.1.4. Введение больших количеств вещества

#### **5.2. Введение полей**

5.2.1. Использование полей по совместительству

5.2.2. Введение полей из внешней среды,

5.2.3. Использование веществ, могущих стать источниками полей

#### **5.3. Фазовые переходы**

5.3.1. Фазовый переход 1: замена фаз

5.3.2. Фазовый переход 2: двойственное фазовое состояние

5.3.3. Фазовый переход 3: использование сопутствующих явлений

5.3.4. Фазовый переход 4: переход к двухфазовому состоянию

5.3.5. Взаимодействие фаз

#### **5.4. Особенности применения физэффектов**

5.4.1. Самоуправляемые переходы

5.4.2. Усиление поля на выходе

#### **5.5. Экспериментальные стандарты**

5.5.1. Получение частиц вещества разложением

5.5.2. Получение частиц вещества соединением

5.5.3. Применение стандартов 5.5.1 и 5.5.2.

## АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (АРИЗ-85В)

### **ВНИМАНИЕ!**

**АРИЗ – сложный инструмент, не применяйте его для решения новых производственных задач без предварительного обучения хотя бы по 80-часовой программе.**

**АРИЗ – инструмент для мышления, а не вместо мышления. Не спешите! Тщательно обдумывайте формулировку каждого шага. Кроме того, надо обязательно записывать (на полях) все соображения, возникающие по ходу решения задачи.**

**АРИЗ – инструмент для решения нестандартных задач. Проверьте, может быть, ваша задача решается по стандартам?**

### **Часть I. Анализ задачи**

**Основная цель первой части АРИЗ – переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи.**

**1.1.** Записать условия мини-задачи (без специальных терминов!) по следующей схеме.

Техническая система для (указать назначение) включает (перечислить основные части системы). Техническое противоречие 1: (указать). Техническое противоречие 2: (указать). Необходимо при минимальных изменениях в системе (указать результат, который должен быть получен).

**Пример.** *Техническая система для приема радиоволн включает антенну радиотелескопа, радиоволны, молниеотводы, молнии. ТП-1: если молниеотводов много, они надежно защищают антенну от молний, но поглощают радиоволны. ТП-2: если молниеотводов мало, то заметного поглощения радиоволн нет, но антенна не защищена от молний. Необходимо при минимальных изменениях обеспечить защиту антенны от молний без поглощения радиоволн. (В этой формулировке следует заменить термин «молниеотвод» словами «проводящий стержень», «проводящий столб» или просто «проводник»).*

### **Примечания:**

1. Мини-задачу получают из изобретательской ситуации, вводя ограничения: «Все остается без изменений или упрощается, но при этом появляется требуемое действие (свойство) или исчезает вредное действие (свойство)». Переход от ситуации к мини-задаче не означает, что взят курс на решение небольшой задачи. Наоборот, введение дополнительных требований (результат должен быть получен «без ничего») ориентирует на обострение конфликта и заранее отрезает пути к компромиссным решениям.

2. При записи шага 1.1 следует указать не только технические части системы, но и природные, взаимодействующие с техническими. В задаче о защите антенны радиотелескопа такими природными частями системы являются молнии и принимаемые радиоволны (если они излучаются природными космическими объектами).

3. Техническими противоречиями называют взаимодействия в системе, состоящие, например, в том, что полезное действие вызывает одновременно и вредное; введение (усиление) полезного действия или устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом.

Технические противоречия составляют, записывая одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что – плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь – что хорошо, что плохо.

Иногда в условиях задачи дано только изделие; технической системы (инструмента) нет, поэтому нет явного ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая два состояния изделия, хотя одно из состояний заведомо недопустимо. Например, дана задача: «Как наблюдать невооруженным глазом микрочастицы, взвешенные в образце оптически чистой жидкости, «если эти частицы настолько малы, что свет обтекает их?»»

ТП-1: если частицы малы, жидкость остается оптически чистой, но частицы невозможно наблюдать невооруженным глазом.

ТП-2: если частицы большие, они хорошо наблюдаемы, но жидкость перестает быть оптически чистой, а это недопустимо.

Условия задачи, казалось бы, заведомо исключают рассмотрение ТП-2: изделие менять нельзя! Действительно, в дальнейшем будем исходить (в данном случае) из ТП-1, но ТП-2 даст дополнительные требования к изделию: маленькие частицы, оставаясь маленькими, должны быть большими...

4. Специальные термины, относящиеся к инструменту и внешней среде, необходимо заменять простыми словами для снятия психологической инерции.

Термины:

– навязывают старое представление о технологии работы инструмента: «ледокол колет лед» – хотя можно продвигаться сквозь льды, не раскалывая их;

– затушевывают особенности веществ, упоминаемых в задаче: «опалубка» – это не просто «стенка», а «железная стенка»;

– сужают представления о возможных состояниях вещества: термин «краска» тянет к традиционному представлению о жидкой или твердой краске, хотя краска может быть и газообразной.

**1.2.** Выделить и записать конфликтующую пару элементов: изделие и инструмент.

**Правило 1.** Если инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба.

**Правило 2.** Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.

**Пример.** Изделие – молния и радиоволны. Инструмент – проводящие стержни (много стержней, мало стержней).

**Примечания:**

5. Изделием называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия, обнаружить, измерить и т.д.). В задачах на обнаружение и измерение изделия может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции инструментом, например шлифовальный круг.

6. Инструментом называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок; огонь, а не горелка). В частности, инструментом может быть часть окружающей среды. Инструментом являются и стандартные детали, из которых собирают изделие. Например, набор частей игры «Конструктор» – это инструмент для изготовления различных моделей.

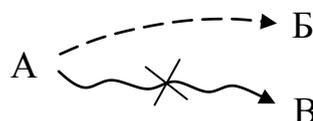
7. Один из элементов конфликтующей пары может быть сдвоенным. Например, даны два различных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действие одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому.

**1.3.** Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2.

**Пример:** ТП-1: много проводящих стержней



ТП-2: мало проводящих стержней



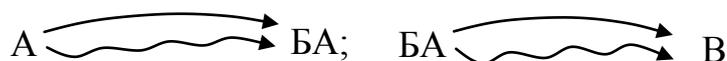
**Примечания:**

8. В табл. 5 настоящего пособия приведены схемы типичных конфликтов. Допустимо использование нетабличных схем, если они лучше отражают сущность конфликта.

9. В некоторых задачах встречаются многозвенные схемы конфликтов, например:



такие схемы сводятся к однозвенным



если считать B изменяемым изделием или перенести на B основное свойство (или состояние) A.

10. Конфликт можно рассматривать не только в пространстве, но и во времени.

11. Шаги 1.2 и 1.3 уточняют общую формулировку задачи. Поэтому после шага 1.3 необходимо вернуться к 1.1 и проверить, нет ли несоответствий в линии 1.1 – 1.2 – 1.3. Если несоответствия есть, их надо устранить, откорректировав линию.

**1.4.** Выбрать из двух схем конфликта ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции технической системы, указанной в условиях задачи). Указать, что является главным производственным процессом.

**Пример.** *В задаче о защите антенны радиотелескопа главная функция системы – прием радиоволн. Поэтому выбрать следует ТП-2: в этом случае проводящие стержни не вредят радиоволнам.*

**Примечания:**

12. Выбирая одну из двух схем конфликта, мы выбираем и одно из двух противоположных состояний инструмента. Дальнейшее решение должно быть привязано именно к этому состоянию. Нельзя, например, подменять «малое количество проводников» каким-то «оптимальным количеством». АРИЗ требует обострения, а не сглаживания конфликта.

«Вцепившись» в одно состояние инструмента, мы в дальнейшем должны добиться, чтобы при этом состоянии появилось положительное свойство, присущее другому состоянию. Проводников мало и увеличивать их количество не будем, но – в результате решения молнии должны отводиться так, словно проводников очень много.

13. С определением главного производственного процесса (ГПП) иногда возникают трудности в задачах на измерение. Измерение почти всегда производят ради изменения, т.е. обработки детали, выпуска продукции. Поэтому ГПП в измерительных задачах – это ГПП всей системы, а не измерительной части. Исключением являются только некоторые задачи на измерение в научных целях.

**1.5.** Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

**Правило 3.** Большинство задач содержат конфликты типа «много элементов» и «мало элементов» («сильный элемент» – «слабый элемент» и т. д.). Конфликты типа «мало элементов» при усилении надо приводить к одному виду – «ноль элементов» («отсутствующий элемент»).

**Пример.** *Будем считать, что вместо «малого количества проводников» в ТП-2 указан «отсутствующий проводник».*

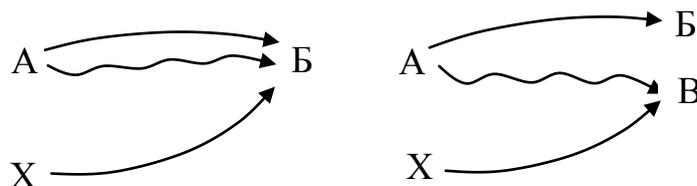
**1.6.** Записать формулировку модели задачи, указав: 1) конфликтующую пару; 2) усиленную формулировку конфликта; 3) что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что должен устранить, улучшить, обеспечить и т. д.).

**Пример.** *Даны отсутствующий проводник и молния. Отсутствующий проводник не создает помех (при приеме радиоволн антенной), но и не обеспечивает защиту от молний. Необходимо найти такой икс-элемент, который, сохраняя способность отсутствующего проводника не создавать помех (антенне), обеспечивал бы защиту от молний.*

### Примечания:

14. Модель задачи условна, в ней искусственно выделена часть элементов технической системы. Наличие остальных элементов только подразумевается. Так, в модели задачи о защите антенны из четырех элементов, необходимых для формулировки задачи (антенна, радиоволны, проводник и молния), остались только два, остальные упоминаются в скобках – их можно было бы вообще не упоминать.

15. После шага 1.6 следует обязательно вернуться к 1.1 и проверить логику построения модели задачи. При этом часто оказывается возможным уточнить выбранную схему конфликта, указав в ней икс-элемент, например так:



16. Икс-элемент не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент – это некое изменение в системе, некий икс вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части системы или внешней среды.

1.7. Проверить возможность применения системы стандартов к решению модели задачи. Если задача не решена, перейти ко второй части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по второй части.

### Примечание:

17. Анализ по первой части АРИЗ и построение модели существенно проясняют задачу и во многих случаях позволяют увидеть стандартные черты в нестандартных задачах. Это открывает возможность более эффективного использования стандартов, чем при применении их к исходной формулировке задачи.

## Часть 2. Анализ модели задачи

**Цель второй части АРИЗ – учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространства, времени, веществ и полей.**

2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

### Примечание:

18. В простейшем случае оперативная зона – это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

**Пример.** В задаче об антенне ОЗ – пространство, ранее занимаемое молниеотводом, т.е. мысленно выделенный «пустой» стержень, «пустой» столб.

2.2. Определить оперативное время (ОВ).

### Примечание:

19. Оперативное время – это имеющиеся ресурсы времени: конфликтное время  $T_1$  и время до конфликта  $T_2$ . Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение  $T_2$ .

**Пример.** В задаче об антенне ОВ является суммой  $T_1'$  (время разряда молнии) и  $T_1''$  (время до следующего разряда),  $T_2$  нет.

**2.3.** Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР.

**Примечания:**

20. Вещественно-полевые ресурсы – это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают трех видов:

Внутрисистемные ВПР: а) ВПР инструмента; б) ВПР изделия.

Внешнесистемные ВПР: а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например, вода в задаче о частицах в жидкости оптической чистоты; б) ВПР, общие для любой внешней среды, «фоновые» поля, например, гравитационное, магнитное поле земли.

Надсистемные ВПР: а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условиям задачи); б) «копеечные» – очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при минимальном расходе ВПР. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (т. е. макси-задач), целесообразно задействовать максимум различных ВПР.

21. Как известно, изделие – неизменяемый элемент. Какие же ресурсы могут быть в изделии? Изделие действительно нельзя изменять, т.е. нецелесообразно менять при решении мини-задачи. Но иногда изделие может:

а) изменяться само;

б) допускать расходование (т.е. изменение) какой-то части, когда изделия в целом неограниченно много (например, вода в реке, ветер и т.д.);

в) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);

г) допускать использование микроуровневых структур;

д) допускать соединение с «ничем», т.е. с пустотой;

е) допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно легко менять, не меняя.

22. ВПР – это имеющиеся ресурсы. Их выгодно использовать в первую очередь. Если они окажутся недостаточными, можно привлечь другие вещества и поля. Анализ ВПР на шаге 2.3 является предварительным.

**Пример.** В задаче о защите антенны фигурирует «отсутствующий молниеотвод». Поэтому в ВПР входят только вещества и поля внешней среды. В данном случае ВПР – это воздух.

### Часть 3. Определение ИКР и ФП

**В результате применения третьей части АРИЗ должен сформулироваться образ идеального решения ИКР. Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.**

**3.1.** Записать формулировку ИКР-1: икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение ОВ в пределах ОЗ, сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

*Пример. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет в течение ОВ «непритягивание» молнии отсутствующим проводящим стержнем, сохраняя способность этого стержня не создавать помех для антенны.*

**Примечание:**

23. Кроме конфликта «вредное действие связано с полезным действием», возможны и другие конфликты, например, «введение нового полезного действия вызывает усложнение системы» или «одно полезное действие несовместимо с другим». Поэтому приведенная в 3.1 формулировка ИКР – только образец, по типу которого необходимо записывать ИКР. Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

**3.2.** Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.

*Пример. В модели задачи о защите антенны инструмента нет («отсутствующий молниеотвод»). По примечанию 23 в формулировку ИКР-1 следует ввести внешнюю среду, т.е. заменить икс-элемент словом «воздух» (можно точнее: «столб воздуха на месте отсутствующего молниеотвода»).*

**Примечание:**

24. При решении мини-задач, в соответствии с примечаниями 20 и 21, следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности: ВПР инструмента; ВПР внешней среды; побочные ВПР; ВПР изделия (если нет запрета по примечанию 21).

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идеи ответа; если идея получена, например, на «линии инструмента», можно не проверять другие линии. При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии. То есть, получив ответ, например, на «линии инструмента», следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

При обучении АРИЗ последовательный анализ постепенно заменяется параллельными: вырабатывается умение переносить идею ответа с одной линии на дру-

гую. Это так называемое многоэкранное мышление: умение одновременно видеть изменения в надсистеме, системе и подсистемах.

**ВНИМАНИЕ!** Решение задачи сопровождается ломкой старых представлений, возникают новые представления, с трудом отражаемые словами. Как, например, обозначить свойства краски растворяться, не растворяясь (окрасить, не крася)?

При работе с АРИЗ записи надо вести простыми, нетехническими, даже «детскими» словами, всячески избегая спецтерминов (они увеличивают психологическую инерцию).

**3.3.** Записать формулировку физического противоречия на макроуровне: оперативная зона в течение оперативного времени должна (указать физическое макросостояние, например, «быть горячей»), чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий), и не должна (указать противоположное физическое макросостояние, например, «быть холодной»), чтобы выполнять (указать другое конфликтующее действие или требование).

**Примечания:**

25. Физическим противоречием (ФП) называют противоположные требования к физическому состоянию оперативной зоны.

26. Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить краткую формулировку: «Элемент (или часть элемента в оперативной зоне) должен быть, чтобы (указать), и не должен быть, чтобы (указать)».

**Пример.** *Столб воздуха в течение ОВ должен быть электропроводным, чтобы отводить молнию, и должен быть неэлектропроводным, чтобы не поглощать радиоволны.*

Эта формулировка наводит на ответ: столб воздуха должен быть электропроводным при разряде молнии и должен быть неэлектропроводным в остальное время. Разряд молнии сравнительно редкое явление, к тому же очень быстро проходящее. Закон согласования ритмики: периодичность появления молниеотвода должна быть та же, что и периодичность появления молнии. Это, конечно, не весь ответ. Как, например, сделать, чтобы столб воздуха при появлении разряда превращался в проводник?

Как сделать, чтобы проводник исчезал сразу по окончании разряда?

**ВНИМАНИЕ!** При решении задачи по АРИЗ ответ формулируется постепенно, как бы проявляется. Не надо прерывать решение при первом намеке на ответ и «закреплять» еще не вполне готовый ответ. Решение по АРИЗ должно быть доведено до конца!

**3.4.** Записать формулировку физического противоречия на микроуровне: в оперативной зоне должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3 макросостояние), и не должны быть частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3 другое макросостояние).

**Пример.** *В столбе воздуха (при разряде молнии) должны быть свободные заряды, чтобы обеспечить электропроводность (для отвода молнии), и не должны*

*быть (в остальное время) свободные заряды, чтобы не было электропроводности (из-за которой поглощаются радиоволны).*

#### **Примечания:**

27. При выполнении 3.4 еще нет необходимости конкретизировать понятие «частицы». Это могут быть, например, домены, молекулы, ионы и т. д.

28. Частицы могут оказаться: а) просто частицами вещества; б) частицами вещества в сочетаниях с каким-то полем и (реже); в) «частицами поля».

29. Если задача имеет решение только на макроуровне, 3.4 может не получиться. Но и в этом случае попытка составления микро-ФП полезна, потому что дает дополнительную информацию: задача решается на макроуровне.

**ВНИМАНИЕ! Три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу, итог этой перестройки подводит шаг 3.5. Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу – физическую.**

В дальнейшем надо решать именно эту задачу!

**3.5.** Записать формулировку конечного результата ИКР-2: оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечивать (указать противоположные физические макро- или микросостояния).

**Пример.** *Нейтральные молекулы в столбе воздуха должны сами превращаться в свободные заряды при разряде молнии, а после разряда молнии свободные заряды должны сами превращаться в нейтральные молекулы.*

Смысл новой задачи: на время разряда молнии в столбе воздуха – должны сами собой появляться свободные заряды; тогда столб ионизированного воздуха срабатывает как «молниеотвод» и «притянет» молнию к себе; после разряда молнии свободные заряды в столбе воздуха должны сами собой вновь стать нейтральными молекулами. Для решения этой задачи достаточно знания физики 9-го класса...

Проверить возможность применения системы стандартов к решению физической задачи, сформулированной в виде ИКР-2. Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по четвертой части.

## **Часть 4. Мобилизация и применение ВПР**

Ранее, на шаге 2.3, были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов, рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР. Шаги 3.3–3.5 начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

**Правило 4.** Каждый вид частиц, находясь в одном физическом состоянии, должен выполнять одну функцию. Если частицы А не справляются с действиями 1 и 2, надо ввести частицы Б; пусть частицы А выполняют действие 1, а частицы Б – действие 2.

**Правило 5.** Введение частицы Б можно разделить на две группы Б-1 и Б-2. Это позволяет «бесплатно» (за счет взаимодействия между уже имеющимися частицами Б) получить новое действие 3.

**Правило 6.** Разделение частиц на группы выгодно и в тех случаях, когда в системе должны быть только частицы А: одну группу частиц А оставляют в прежнем состоянии, у другой группы меняют главный для данной задачи параметр.

**Правило 7.** Разделенные и введенные частицы после обработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

**Примечание:**

30. Правила 4–7 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ.

**4.1.** Метод ММЧ: а) используя метод ММЧ («моделирование маленькими человечками») построить схему конфликта; б) изменить схему «а» так, чтобы «маленькие человечки» действовали, не вызывая конфликта.

**Примечания:**

31. Метод «моделирование маленькими человечками» состоит в том, что конфликтующие требования схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число «маленьких человечков» (группа, несколько групп, «толпа»). Изображать в виде «маленьких человечков» следует изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

«Конфликтующие требования» – это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5. Вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (3.5) к ММЧ. Легче рисовать «конфликт» в модели задачи.

Пункт 4.1-б часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

**ВНИМАНИЕ!** Здесь часто совершают ошибку, ограничиваясь беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки: а) выразительны и понятны без слов; б) дают дополнительную информацию о физпротиворечии, указывая в общем виде пути его устранения.

32. Шаг 4.1 – вспомогательный. Он нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР нагляднее представить – что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие («что надо сделать») без физики («как это сделать»). Благодаря этому снимается психологическая инерция, форсируется работа воображения. ММЧ, таким образом, метод психологический. Но моделирование «маленькими человечками» осуществляется с учетом законов развития технических систем. Поэтому ММЧ нередко приводит к техническому решению задачи. Прерывать решение в этом случае не надо, мобилизация ВПР обязательно должна быть проведена.

**Пример. А.** *Человечки внутри мысленно выделенного столба воздуха ничем не отличаются от человечков воздуха за пределами столба. Те и другие одинаково*

*нейтральны (условно: человечки держат друг друга, руки у них заняты, человечки не хватают молнию).*

*Б. По правилу б надо разделить человечков на две группы: человечки вне столба пусть остаются без изменений (нейтральные пары). А человечки в столбе, оставаясь в парах (т. е. оставаясь нейтральными), пусть высвободят одну руку – это символизирует их стремление притянуть молнию.*

*(Возможны и другие схемы, но в любом случае ясна необходимость разделить человечков на две группы: изменить состояние человечков в столбе.)*

*В. Молекула воздуха (в столбе), оставаясь нейтральной молекулой, должна быть более склонна к ионизации, распаду. Простейший прием – уменьшение давления воздуха внутри столба.*

**ВНИМАНИЕ!** Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы, а чтобы при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

**4.2.** Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, может быть использован метод «шаг назад от ИКР». Изображают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение. Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект? Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

**4.3.** Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

**Примечания:**

33. Если бы для решения могли быть использованы ресурсные вещества в том виде, в каком они даны, – задача, скорее всего, не возникла или была бы решена автоматически. Обычно нужны новые вещества. Но введение новых веществ связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т.д. Суть работы с ВПР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы обойти это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

34. Шаг 4.3 состоит, в простейшем случае, в переходе от двух моновеществ к неоднородному бивеществу.

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моновещества к однородному бивеществу или поливеществу? Аналогичный переход от системы к однородной бисистеме или полисистеме применяется очень широко и отражен в стандарте 3.1.1. Но в этом стандарте речь идет об объединении систем, а на шаге 4.3 рассматривается объединение веществ. При объединении двух одинаковых систем возникает новая система. А при объединении двух «кусков» вещества происходит простое увеличение количества.

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются границы между объединившимися системами. Так, если моносистема – лист, то полисистема – блокнот, а не один очень толстый лист.

Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота). Отсюда шаг 4.4 – создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго (граничного) вещества играет пустота. Правда, пустота – необычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны. Но новое качество появляется, а именно это и нужно.

**4.4.** Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

**Пример.** *Смесь воздуха и пустоты – это воздух под пониженным давлением. Из курса физики 9-го класса известно, что при уменьшении давления газа уменьшается и напряжение, необходимое для возникновения разряда. Теперь ответ на задачу об антенне получен практически полностью. «Молниеотвод, отличающийся тем, что, с целью придания ему свойства радиопрозрачности, он выполнен в виде изготовленной из диэлектрического материала, герметически закрытой трубы, давление воздуха в которой выбрано из условия наименьших газоразрядных градиентов, вызываемых электрическим полем развивающейся молнии».*

**Примечание:**

35. Пустота – исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полные и пористые структуры, пену, пузырьки и т.д.

Пустота – не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком.

Для вещественных структур определенного уровня пустотой являются структуры нижних уровней (см. примечание 37). Так, для кристаллической решетки пустотой являются отдельные сложные молекулы, для молекул – отдельные атомы и т.д.

**4.5.** Определить, решается ли задача применением веществ производных от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с «пустотой»).

**Примечание:**

36. Производные ресурсные вещества получают изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ. Если, например, ресурсное вещество жидкость, к производным относятся лед и пар. Производными считаются и продукты разложения ресурсных веществ. Так, для воды производными будут водород и кислород. Для многокомпонентных веществ производные – их компоненты. Производными являются также вещества, образующиеся при разложении или сгорании ресурсных веществ.

**Правило 8.** Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы) и непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получать разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

**Правило 9.** Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по правилу 8, требуе-

мые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

**Правило 10.** При применении правила 8 простейший путь – разрушение ближайшего вышестоящего «целого» или «избыточного» (отрицательные ионы) уровня, а при применении правила 9 простейший путь – достройка ближайшего нижестоящего «нецелого» уровня.

**Примечание:**

37. Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:

- минимально обработанное вещество (простейшее техновещество, например проволока);
- «сверхмолекулы»: кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;
- сложные молекулы;
- молекулы;
- части молекулы, группы атомов;
- атомы;
- части атомов;
- элементарные частицы;
- поля.

Суть правила 8: новое вещество можно получить обходным путем – разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему.

Суть правила 9: возможен и другой путь – достройка менее крупных структур.

Суть правила 10: разрушать выгоднее «целые» частицы (молекулы, атомы), поскольку нецелые частицы (положительные ионы) уже частично разрушены и сопротивляются дальнейшему разрушению; достраивать, наоборот, выгоднее нецелые частицы, стремящиеся к восстановлению.

Правила 8–10 указывают эффективные пути получения производных ресурсных веществ из «недр» уже имеющихся или легко вводимых веществ. Правила наводят на физэффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

**4.6.** Определить, решается ли задача введением – вместо вещества – электрического поля или взаимодействия двух электрических полей.

**Пример.** Известен способ разрыва труб скручиванием. При скручивании трубы приходится механически зажимать, что вызывает их деформацию. Предложено возбуждать крутящий момент в самой трубе – за счет электродинамических сил.

**Примечание:**

38. Если использование ресурсных веществ (имеющихся и производных) недопустимо по условиям задачи, надо использовать электроны (ток). Электроны – «вещество», которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же, электроны – вещество в сочетании с полем, это обеспечивает высокую управляемость.

**4.7.** Определить, решается ли задача применением пары поле – добавка вещества, отзывающегося на поле (например, магнитное поле – ферровещество, ультрафиолет – люминофор, тепловое поле – металл с «памятью формы» и т.д.).

**Примечание:**

39. На шаге 2.3 рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги 4.3–4.5 относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг 4.6 – частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят «посторонние» поля.

Решение мини-задачи тем идеальнее, чем меньше затраты ВПР. Однако не каждая задача решается при малом расходе ВПР. Иногда приходится отступать, вводя «посторонние» вещества и поля. Делать это надо только при действительной необходимости, если никак нельзя обойтись наличными ВПР.

## **Часть 5. Применение информфонда**

**Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после шага 4.7 ответа нет, надо пройти пятую часть. Цель пятой части АРИЗ – использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется – становится возможным её прямое решение с помощью информационного фонда.**

**5.1.** Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по стандартам.

**Примечание:**

40. Возврат к стандартам происходит, в сущности, уже на шагах 4.6 и 4.7. До этих шагов главной идеей было использование имеющихся ВПР – по возможности, избегая введения новых веществ и полей. Если задачу не удастся решить в рамках имеющихся и производных ВПР, приходится вводить новые вещества и поля. Большинство стандартов как раз и относится к технике введения добавок.

**5.2.** Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по аналогии с еще нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.

**Примечание:**

41. При бесконечном многообразии изобретательских задач число физических противоречий, на которых держатся эти задачи, сравнительно невелико. Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное физпротиворечие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа – на уровне физпротиворечия.

**5.3.** Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (см. приложение 4 ниже).

**Правило 11.** Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

**5.4.** Применение «Указателя физэффектов». Рассмотреть возможность устранения физпротиворечия с помощью «Указателя применения физических эффектов и явлений» (см. табл. 22 настоящего пособия).

### **Примечание:**

42. Разделы «Указатели применения физических эффектов и явлений» опубликованы в работе: Ефимов, В.А. Магический кристалл физики / В.А. Ефимов, Г.С. Альтшуллер, М.С. Померанц и др. // Дерзкие формулы творчества / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – С.85–171.

## **Часть 6. Изменение и (или) замена задачи**

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи – снятием первоначальных ограничений, обусловленных психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Например, вечная «краска» оказывается не краской в буквальном смысле слова, а пузырьками газа, возникающими при электролизе. Для правильного понимания задачи необходимо её сначала решить, изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

**6.1.** Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ.

**6.2.** Если ответа нет, проверить – не является ли формулировка 1.1 сочетанием нескольких разных задач. В этом случае следует изменить 1.1, выделив отдельные задачи для первоочередного решения (обычно достаточно решить одну главную задачу).

**Пример.** *Задача: «Как запаивать звенья тонких и тончайших золотых цепочек? Вес одного метра такой цепочки всего 1 грамм. Нужен способ, позволяющий запаивать за день десятки и сотни метров цепочки».*

Задача разбивается на ряд подзадач: а) как ввести микродозы припоя в зазоры звеньев? б) как обеспечить нагрев внесенных микродоз припоя без вреда для всей цепочки? в) как убрать излишки припоя, если они есть? Главная задача – внесение микродоз припоя в зазоры.

**6.3.** Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4 другое ТП.

**Пример.** *При решении задач на измерение и обнаружение выбор другого ТП часто означает отказ от усовершенствования измерительной части и изменение системы так, чтобы необходимость в измерении отпала (стандарт 4.1.1).*

**6.4.** Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1, заново сформулировать мини-задачу, отнеся её к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз – с переходом к наднадсистеме и т.д.

## **Часть 7. Анализ способа устранения ФП**

Главная цель седьмой части АРИЗ – проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, «без

**ничего». Лучше потратить два-три часа на получение нового – более сильного ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую, слабую идею.**

**7.1.** Контроль ответа. Рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР – имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулируемые вещества? Внести соответствующие поправки в технический ответ.

**Примечание:**

43. Саморегулируемые (в условиях данной задачи) вещества – это такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при изменении внешних условий, например, теряют магнитные свойства при нагревании выше точки Кюри. Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств.

**7.2.** Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

а) обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1?

б) какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?

в) содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?

г) годится ли решение, найденное для «одноцикловой» модели задачи, в реальных условиях со многими «циклами»?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к 1.1.

**7.3.** Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

**7.4.** Какие подзадачи возникнут при технической разработке, полученной идеи? Записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

## **Часть 8. Применение полученного ответа**

**Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам. Восьмая часть АРИЗ имеет целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.**

**8.1.** Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

**8.2.** Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

**8.3.** Использовать полученный ответ при решении других технических задач:

а) сформулировать в обобщенном виде полученный принцип решения;

б) рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач;

в) рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному;

г) построить морфологическую таблицу, например, типа «расположение частей – агрегатные состояния изделия» или «использованные поля – агрегатные состояния внешней среды» и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц;

д) рассмотреть изменение найденного принципа при изменении размеров системы (или главных её частей): размеры стремятся к нулю, размеры стремятся к бесконечности.

#### **Примечание:**

44. Если работа ведется не только ради решения конкретной технической задачи, тщательное выполнение шагов 8.3 (а)–8.3 (д) может стать началом разработки общей теории, исходящей из полученного принципа.

## **Часть 9. Анализ хода решения**

**Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. В этом смысл девятой, завершающей части АРИЗ.**

**9.1.** Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать.

**9.2.** Сравнить полученный ответ с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физэффекты). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

### **ВНИМАНИЕ!**

**АРИЗ-85В опробован на многих задачах, практически на всем фонде задач, используемом при обучении ТРИЗ. Забывая об этом, иногда с ходу предлагают усовершенствования, основанные на опыте решения одной задачи. Для этой задачи предлагаемые изменения, может быть, и хороши (допустим). Но, облегчая решение одной задачи, они, как правило, затрудняют решение всех других...**

**Любое предложение желательно вначале испытать вне АРИЗ (так было, например, с методом ММЧ). После введения в АРИЗ каждое изменение должно быть опробовано разбором как минимум 20–25 достаточно трудных задач.**

**АРИЗ постоянно совершенствуется и потому нуждается в притоке новых идей. Но идеи должны быть сначала тщательно, даже дотошно, проверены.**

Примеры приемов разрешения физических противоречий

№	Приемы	Примеры
1	Разделение противоречивых свойств в пространстве	Для пылеподавления на горных работах капельки воды должны быть мелкими. Но мелкие капли образуют туман. Предложено окружать мелкие капли конусом из крупных капель
2	Разделение противоречивых свойств во времени	Ширину ленточного электрода меняют в зависимости от ширины сварного шва
3	Системный переход 1-а: объединение однородных или неоднородных систем в надсистему (стандарт 3.1.1)	Предложено в сейсмоопасных зонах соединять связями соседние дома с разной собственной частотой колебаний
4	Системный переход 1-б: от системы к антисистеме или сочетанию системы с антисистемой (стандарт 3.1.3)	Способ остановки кровотечения – к ране прикладывают салфетку, пропитанную иногруппной кровью
5	Системный переход 1-в: вся система наделяется свойством С, а её части – свойством анти-С (стандарт 3.1.5)	Антенна Куликова состоит из втулок, нанизанных на тросик. Каждая часть (втулка) твердая, а в целом антенна податливая, может менять форму
6	Системный переход 2: переход к системе, работающей на микро-уровне (стандарт 3.2.1)	Устройство для точной дозировки жидкости, включающее мембрану, пропускающую жидкость под действием управляемого электрического поля (электроосмос)
7	Фазовый переход 1: замена фазового состояния части системы или внешней среды (стандарт 5.3.1)	Использование в металлообработке СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкости) в замороженном состоянии (в виде брусков льда)
8	Фазовый переход 2: «двойственное» фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы) (стандарт 5.3.2)	Теплообменник снабжен прижатыми к нему «лепестками» из никелида титана; при повышении температуры «лепестки» отгибаются, увеличивая площадь охлаждения
9	Фазовый переход 3: использование явлений, сопутствующих фазовому переходу (стандарт 5.3.3)	Для повышения давления в литевой форме её предварительно заполняют веществом, газифицирующимся при контакте с жидким металлом
10	Фазовый переход 4: замена однофазового вещества двухфазовым (стандарты 5.3.4 и 5.3.5)	Способ полирования изделия. Рабочая среда состоит из жидкости (расплав свинца) и ферромагнитных абразивных частиц
11	Физико-химический переход: возникновение-исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации	Рабочая жидкость тепловой трубы в зоне нагрева испаряется и химически разлагается, а в холодной зоне её компоненты соединяются

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМУЛИРОВАНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

### 1. Формулировка исходной исследовательской задачи

Записать условие исходной исследовательской задачи по форме: «Система для (указать назначение) включает (перечислить входящие в систему элементы). При условии (указать) происходит (описать явление), в то время как должно происходить (указать). Требуется объяснить, почему?»

**Пример.** *В одной лаборатории обнаружили странное явление: некая химическая реакция проходила только в том случае, если её проводил один из сотрудников. Реакция шла в закрытой колбе, но все равно коллеги стали подозревать человека в фальсификации. Дело осложнялось еще и тем, что если в лаборатории находился кто-нибудь еще, кроме него, реакция тоже не получалась. Как это объяснить?*

Запишем исходную исследовательскую задачу по приведенной выше форме.

Система для проведения определенной химической реакции включает вещество в закрытой колбе, химика, других сотрудников. При условии, что этот химик работает в одиночестве, реакция происходит, в то время как она должна была бы происходить и у других людей, а также в их присутствии. Требуется объяснить, почему реакция происходит только в том случае, если химик проводит её в одиночку.

### 2. Формулировка обращенной задачи

Превратить исследовательскую задачу в изобретательскую, заменив вопрос «почему (как) это происходит?» на «как это сделать?». Записать формулировку обращенной задачи по форме: «Система для (указать назначение) включает (перечислить входящие в систему элементы). Необходимо при заданных условиях (указать) обеспечить получение (указать явление).

**Пример.** *Система для проведения определенной химической реакции включает вещество в закрытой колбе, химика, других людей. Необходимо обеспечить, чтобы реакция проходила тогда, когда химик один, и не проходила в присутствии других.*

### 3. Поиск известных решений

Рассмотреть, в каких областях науки, техники, обыденной жизни требуемое явление или эффект получают искусственно, самым простым путем, как его получают. Проверить, нельзя ли этот способ использовать для решения обращенной задачи.

**Пример.** Известны способы активизации реакций с помощью катализаторов, либо путем наложения различных полей. Но в нашем случае катализаторы не подходят – колба закрыта.

#### 4. Паспортизация и использование ресурсов

Рассмотреть ресурсы системы и надсистем, которые в готовом или производном виде могли бы помочь в выполнении нужного действия (решении обращенной задачи).

Примечание. Следует обратить особое внимание на ресурсы изменения, функциональные и системные.

**Пример.** Имеются вещественные и полевые ресурсы, в частности, почти все виды полей по МАТХЭМ: механические (перемещения, встряхивание, толчки, создаваемые человеком звуки); химические вещества, которые в принципе могли бы служить катализатором; тепловое поле, создаваемое человеком; электрическое если он одет в синтетическую одежду; магнитное – если у него в кармане, например, магнит.

#### 5. Поиск нужных эффектов

Рассмотреть физические, химические, геометрические, психологические (если задача связана с поведением людей) эффекты или цепочки эффектов, которые могли бы обеспечить нужное действие (решение обращенной задачи).

**Пример.** В нашем случае годятся эффекты, связанные с активизацией химических реакций, например, наложение различных полей.

#### 6. Поиск новых решений

Использовать для нахождения решения инструменты ТРИЗ: приемы, вепольный анализ, стандарты, АРИЗ.

Примечания:

1. В систему нельзя вводить дополнительные вещества и поля. Решение обращенной задачи должно быть получено только за счет ресурсов.

2. Имеются некоторые особенности и в формулировании шагов при решении обращенной задачи по АРИЗ. В частности, вместо обычного конфликта типа «вредное действие связано с полезным» часто получается конфликт типа «необходимое действие противоречит имеющемуся». При формулировке мини-задачи вместо слов «необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить...» следует писать «необходимо без изменений в системе обеспечить...», при формулировке ИКР вместо слов «абсолютно не усложняя систему...» – «абсолютно не изменяя систему...».

**Пример.** Исходная вепольная модель:  $V_1$  – вещество,  $V_2$  – химик. Получается неполный веполь, который нужно достроить по стандарту 1.1.1, т.е. ввести недостающее поле П. Примечание указывает, что это поле должно быть из ресур-

*сов, причем связано с конкретным человеком (получается противоречие: поле должно быть, чтобы активизировать реакцию, и его не должно быть, потому что у других реакция не идет). После несложного анализа отпадают все поля, кроме звукового.*

## **7. Формулировка гипотез и задач по их проверке**

На основе полученных решений обращенной задачи сформулировать гипотезу (гипотезы) и задачи по их проверке.

Примечание. Если решение задач по проверке гипотез вызывает сложности, необходимо использовать инструменты ТРИЗ.

**Пример.** *Формулируем две гипотезы: а) наличие посторонних людей создает звуки, нарушающие ход реакции; б) отсутствие других людей позволяет химику создать звуки, активизирующие реакцию. Для проверки гипотез необходимо простейшее прослушивание. При этом выяснилось, что химик любил петь, обладал мощным басом, но плохим слухом. Поэтому пел только в одиночестве. А реакция активизировалась только низкочастотными звуковыми колебаниями...*

## **8. Развитие решения**

Если наблюдаемое явление относится к числу вредных (например, речь идет о выявлении причин брака), сформулировать и решить задачу по его устранению, при необходимости используя ТРИЗ. Если явление полезное, можно сформулировать и решить задачу по его усилению с учетом полученного знания о механизме его действия.

**Пример.** *Явление полезное. Его действие может быть усилено путем выбора наилучших режимов звукового воздействия.*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>1. Краткая характеристика теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) как научной теории. Характеристика теоретико-методологического блока ТРИЗ</b> .....	5
1.1. Небольшое введение в теорию теорий.....	5
1.2. Эмпирический базис ТРИЗ.....	7
1.3. Исходный теоретический базис ТРИЗ.....	8
1.4. Логико-эвристический аппарат теории.....	9
1.5. Методологические аппараты вывода следствий.....	12
<b>2. Теория решения изобретательских задач как мощная технологическая наука</b> .....	13
2.1. Небольшое введение в теорию методик и технологий.....	13
2.2. Понятие проблемы (проблемной ситуации), изобретательской ситуации и изобретательской задачи.....	16
2.3. Функциональный характер недостатков (нежелательных эффектов).....	22
2.4. Понятие противоречия и виды противоречий в ТРИЗ.....	24
2.5. Задачи и процедуры их решения. Взаимосвязь анализа и синтеза.....	28
2.6. Исходные рекомендации по использованию инструментов ТРИЗ.....	36
2.7. Понятие разрешения противоречий.....	39
2.8. Понятие ресурсов и алгоритм их поиска при решении задач.....	45
2.9. Приемы разрешения технических противоречий как инструмент ТРИЗ.....	47
2.10. Понятие о веполе как символической модели взаимодействия в системе. Вепольный анализ систем как инструмент ТРИЗ.....	60
2.11. Понятие об эффектах. Использование физических, химических, геометрических эффектов и явлений при решении изобретательских задач.....	76
2.12. Стандарты на решение изобретательских задач.....	89
2.13. Решение нетиповых задач на базе ТРИЗ. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ).....	92
2.14. Решение исследовательских задач. Обращение задач. Понятие о диверсионном подходе.....	104
2.15. Закономерности организации, функционирования и развития систем, сформулированные и обобщенные в ТРИЗ.....	105
<b>Заключение</b> .....	141
<b>Библиографический список</b> .....	143
<b>Приложения</b> .....	147
Приложение 1. Физэффекты и сферы их применения при решении изобретательских задач.....	147
Приложение 2. Перечень стандартов на решение изобретательских задач... ..	150
Приложение 3. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ-85В)....	153
Приложение 4. Примеры приемов разрешения физических противоречий... ..	170
Приложение 5. Рекомендации по формулированию и решению исследовательских задач.....	171

